

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

**FACULTAD DE VETERINARIA**

**Departamento de Sanidad Animal**



**TESIS DOCTORAL**

**Diseño de un programa de vigilancia entomológica en bases aéreas y  
zonas de operaciones militares**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

**Javier Lacasa Navarro**

Directores

Rosario Melero Alcívar  
Ricardo Molina Moreno  
José Luis Vega Pla

**Madrid, 2015**

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

**FACULTAD DE VETERINARIA**

**Departamento de Sanidad Animal**



**DISEÑO DE UN PROGRAMA DE VIGILANCIA ENTOMOLÓGICA  
EN BASES AÉREAS Y ZONAS DE OPERACIONES MILITARES**

**TESIS DOCTORAL**

**JAVIER LACASA NAVARRO**

**MADRID, 2015**







**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

**FACULTAD DE VETERINARIA**

**Departamento de Sanidad Animal**



**DISEÑO DE UN PROGRAMA DE VIGILANCIA ENTOMOLÓGICA EN BASES  
AÉREAS Y ZONAS DE OPERACIONES MILITARES**

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR PRESENTADA POR:**

Javier Lacasa Navarro

**Bajo la dirección de los doctores**

Rosario Melero Alcívar

Ricardo Molina Moreno

José Luis Vega Pla

**Madrid, 2015**



Dña. Rosario Melero Alcibar, Doctora en Biología y en Pedagogía; D. Ricardo Molina Moreno, Doctor en Biología y D. José Luis Vega Pla, Doctor en Veterinaria,

#### CERTIFICAN

Que el proyecto de tesis doctoral titulado **"DISEÑO DE UN PROGRAMA DE VIGILANCIA ENTOMOLÓGICA EN BASES AÉREAS Y ZONAS DE OPERACIONES MILITARES"** ha sido realizado bajo nuestra dirección por el licenciado en veterinaria D. Javier Lacasa Navarro y reúne todos los requisitos científicos y formales para ser presentado y defendido ante el tribunal correspondiente.

De acuerdo con la legislación vigente, firmamos el presente certificado, autorizando su presentación como directores de la mencionada tesis doctoral, en Madrid a 10 de FEBRERO de 2015.



Dña. Rosario Melero Alcibar D. Ricardo Molina Moreno D. José Luis Vega Pla



*“La ciencia, a pesar de sus progresos increíbles, no puede ni podrá nunca explicarlo todo. Cada vez ganará nuevas zonas a lo que hoy parece inexplicable. Pero las rayas fronterizas del saber, por muy lejos que se eleven, tendrán siempre delante un infinito mundo de misterio”*

**Gregorio Marañón**





*A Maríví por su infinito apoyo y comprensión  
y a nuestros hijos, Álvaro y Jaime.  
A mis padres*



## **AGRADECIMIENTOS**

Este apartado va dedicado a todas aquellas personas sin cuya ayuda no habría sido posible la realización de este trabajo.

En primer lugar quiero agradecer la dedicación de mis directores de tesis: a la Dra. Rosario Melero, que ha sido quien ha dirigido y corregido de forma más directa mi trabajo, con disponibilidad permanente, certeras recomendaciones y enorme paciencia; al Dr. José Luis Vega, por sus revisiones, contagioso entusiasmo y por la seguridad que logró transmitirme; y por supuesto, al Dr. Ricardo Molina, que aceptó también dirigir la tesis, dedicando mucho de su valioso tiempo para aconsejarme en las revisiones periódicas y final de la misma.

No puedo dejar de mostrar enorme agradecimiento hacia mis jefes, compañeros y amigos en la Escuela Militar de Sanidad, Alberto Pérez Romero y M<sup>a</sup> José Presa, pues juntos iniciamos hace años el apasionante camino por la entomología sanitaria, y no han dejado de apoyarme en todo este tiempo. Gracias de todo corazón.

Durante los años de estudio, numerosas personas me ayudaron con los trabajos de campo: Ángel Losa, siempre dispuesto a acompañarme en los muestreos de Torrejón; y por supuesto, los compañeros de la gran familia Veterinaria Militar, que colaboraron en los muestreos de Afganistán, recogida de datos o en alguna otra labor que les solicité: Ángel Santos, Alberto Cique, Almudena García del Portillo, Antonio Alcón, Fernando Salgado, Constantino Alvarado, Sonsoles Fuentes, Almudena Pérez Rico, Lourdes Sanmartín, Paula García y Pilar Lisbona. También le agradezco a José Carlos Presa la aportación de información sobre la base de Qala i Naw.

Al Coronel Luis Martín Otero, gracias al cual tuve la oportunidad de comenzar a realizar los trabajos en la Base Aérea de Torrejón, y me animó en todo momento a emprender el camino que hoy culmino; y al Coronel Carlos Mediavilla Bravo, que desde la Dirección de Sanidad del Ejército del Aire, continuó mostrándome su apoyo incondicional.

Al General Luis Ángel Moreno Fernández-Caparrós, que desde la Jefatura de Apoyo Veterinario de la Inspección General de Sanidad de la Defensa, me facilitó todo lo necesario para desarrollar el trabajo en Zona de Operaciones.

Al Laboratorio de Control de Mosquitos de la Diputación de Huelva, que suministró muestras de mosquitos para extracción del ADN y a la Diputación de Córdoba que contribuyó con sus infraestructuras.

A Cría Caballar de las Fuerzas Armadas, a la Inspección General de Sanidad de la Defensa, al Centro de Coordinación de Alertas y Emergencias Sanitarias, del Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad y al Instituto de Salud Carlos III, que suministraron equipamiento necesario en las distintas fases de este trabajo.



## ÍNDICE

Abreviaturas y siglas .....	VII
Índice de figuras .....	IX
Índice de tablas .....	XXIII
Resumen .....	XXIX
Abstract .....	XXXIII
 I. INTRODUCCIÓN .....	 1
II. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS .....	5
II.1. Potencial introducción de mosquitos vectores no autóctonos en Territorio Nacional (TN) .....	7
II.2. Amenaza que suponen las enfermedades vectoriales (en especial la malaria) para los contingentes de las Fuerzas Armadas desplegadas en Zona de Operaciones (ZO). Afganistán .....	8
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	11
III.1. Expansión global de los mosquitos vectores y reemergencia de las enfermedades transmitidas por ellos. ....	13
III.2. Importancia del tráfico aéreo en la introducción de vectores. ....	18
III.3. Amenaza de las enfermedades transmitidas por vectores para los efectivos militares que despliegan en Zona de Operaciones (ZO) .....	22
III.3.1. Enfermedades transmitidas por pulgas .....	22
III.3.2. Enfermedades transmitidas por garrapatas .....	23
III.3.3. Enfermedades transmitidas por flebotomos .....	27
III.3.4. Enfermedades transmitidas por mosquitos .....	28
III.3.5. Vigilancia entomológica en operaciones .....	29
III.4. La malaria .....	30
III.4.1. El parásito .....	32
III.4.2. Ciclo biológico .....	33
III.4.3. El vector .....	36

III.4.3.1. Clasificación taxonómica .....	36
III.4.3.2. Breve descripción morfológica del estadio imaginal del género <i>Anopheles</i> .....	36
III.4.3.3. Capacidad y competencia vectorial .....	39
III.4.3.4. Principales vectores a nivel mundial.....	40
III.4.4. Determinación de la infección por <i>Plasmodium</i> sp. en anofelinos ..	42
III.4.4.1. Técnicas basadas en la observación microscópica del parásito en el interior del mosquito. ....	42
III.4.4.2. Técnicas basadas en el ELISA.....	44
III.4.4.3. Técnicas basadas en reacciones inmunocromatográficas con tiras de papel reactivas.....	45
III.4.4.4. Técnicas basadas en la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR). ....	45
III.4.5. Importancia desde el punto de vista militar.....	46
III.5. Malaria en Afganistán. ....	47
III.5.1. Introducción. ....	47
III.5.2. Evolución histórica de la malaria en Afganistán.....	47
III.5.3. Epidemiología de la malaria en Afganistán.....	49
III.5.3.1. El parásito y la distribución de la enfermedad. ....	50
III.5.3.2. El vector.....	54
III.5.4. Presencia de tropas en Afganistán. ....	56
III.5.4.1. Orígenes y situación actual. ....	56
III.5.4.2. Incidencia de malaria en las tropas desplegadas. ....	56
III.5.4.3. Medidas preventivas adoptadas. ....	57
III.5.4.4. Problemas de la profilaxis.....	59
IV. MATERIAL Y MÉTODOS.....	63
IV.1. Descripción y caracterización del área de estudio.....	65
IV.1.1. Territorio nacional: Base Aérea de Torrejón.....	65

IV.1.1.1. Localización y biogeografía.....	65
IV.1.1.2. Bioclimatología.....	68
IV.1.2. Zona de Operaciones. Afganistán. Biogeografía.....	72
IV.1.2.1. Base de Apoyo Avanzado (FSB) de Herat.....	74
IV.1.2.1.1. Localización.....	74
IV.1.2.1.2. Características físicas y biogeográficas de la provincia de Herat.....	75
IV.1.2.1.3. Bioclimatología.....	77
IV.1.2.2. Base de Apoyo Provincial (PSB) de Qala i Naw.....	79
IV.1.2.2.1. Localización.....	79
IV.1.2.2.2. Características físicas y biogeográficas de la provincia de Badghis.....	80
IV.1.2.2.3. Bioclimatología.....	81
IV.2. Material y metodología para las capturas entomológicas.....	83
IV.2.1. Base Aérea de Torrejón.....	83
IV.2.2. Zona de Operaciones.....	95
IV.2.2.1. Base de Apoyo Avanzado (FSB) de Herat.....	95
IV.2.2.1.1. Estudio entomológico para la captura e identificación de culícidos.....	96
IV.2.2.1.2. Estudio de la infección natural por <i>Plasmodium</i> sp. en los especímenes pertenecientes al género <i>Anopheles</i> , mediante la técnica de la PCR a tiempo real (qPCR).....	103
IV.2.2.2. Base de Apoyo Provincial (PSB) de Qala i Naw.....	105
IV.2.2.2.1. Estudio entomológico para la captura e identificación de culícidos.....	106
IV.2.2.2.2. Estudio de la infección natural por <i>Plasmodium</i> sp. en los especímenes pertenecientes al género <i>Anopheles</i> , mediante la técnica de la PCR a tiempo real (qPCR).....	113

IV.3. Caracteres morfológicos básicos del estadio adulto de la familia Culicidae. ....	114
<b>V.RESULTADOS.....</b>	<b>119</b>
V.1. Estudio entomológico en TN. Base Aérea de Torrejón.....	121
V.1.1. Especies de la familia Culicidae capturadas. ....	121
V.1.1.1. Datos de 2008.....	126
V.1.1.2. Datos de 2009.....	128
V.1.1.3. Datos de 2010.....	130
V.1.1.4. Datos de 2011.....	133
V.1.1.5. Datos de 2012.....	136
V.1.1.6. Datos de 2013.....	138
V.1.2. Análisis faunístico. Taxonomía, biología y distribución de las diferentes especies capturadas. ....	142
V.1.3. Valores climatológicos registrados entre los años 2008-2013.....	171
V.2. Estudio entomológico en ZO.....	173
V.2.1. Base de Apoyo Avanzado (FSB) de Herat. ....	173
V.2.1.1. Especies de la familia Culicidae capturadas. ....	173
V.2.1.2. Resultados obtenidos en 2010. Plan de muestreo y especies capturadas.....	175
V.2.1.3. Resultados obtenidos en 2012. Plan de muestreo y especies capturadas.....	179
V.2.1.4. Índice de culícidos hembra adultos. ....	184
V.2.1.5. Análisis faunístico. Taxonomía, biología y distribución de las especies de la subfamilia Culicinae capturadas. ....	186
V.2.1.6. Análisis faunístico. Taxonomía, biología y distribución de las especies de la subfamilia Anophelinae capturadas. ....	203
V.2.1.6.1. Análisis faunístico. ....	203
V.2.1.6.2. Taxonomía, biología y distribución de las especies capturadas. ....	206

V.2.2. Base de Apoyo Provincial (PSB) de Qala i Naw.....	218
V.2.2.1. Especies de la familia Culicidae capturadas .....	218
V.2.2.2. Plan de muestreo y análisis de las especies capturadas. ....	220
V.2.2.2.1. Subfamilia Culicinae .....	223
V.2.2.2.2. Subfamilia Anophelinae. ....	227
V.2.2.3. Índice de culícidos hembra adultos .....	230
V.2.3. Estudio de la infección natural por <i>Plasmodium</i> sp. en los especímenes pertenecientes al género <i>Anopheles</i> , mediante qPCR. ....	232
VI. DISCUSIÓN .....	233
VI.1. Estudio entomológico en TN.....	235
VI.2. Estudio entomológico en ZO.....	241
VI.2.1. FSB (Herat) .....	241
VI.2.2. PSB (Qala i Naw) .....	248
VI.2.3. Aportaciones a la evaluación del riesgo de malaria en el contingente .....	249
VI.2.3.1. Valoración de la presencia de anofelinos en la FSB (Herat) ..	249
VI.2.3.2. Valoración de la presencia de anofelinos en la PSB (Qala i Naw) .....	253
VI.2.3.3. Estudio de la infección por <i>Plasmodium</i> en los anofelinos.....	254
VII. CONCLUSIONES .....	259
VIII. BIBLIOGRAFÍA .....	265





## **ABREVIATURAS Y SIGLAS**

a.C: antes de Cristo

ADN: ácido desoxirribonucleico

AENA: Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea

BATO: Base Aérea de Torrejón

CDC: Centers for Disease Control

CIFAS: Centro de Inteligencia de las Fuerzas Armadas

CIMIC: Civil-Military Cooperation (Cooperación cívico militar)

CJMED: Combined Joint Medical Office (Puesto médico conjunto)

CS: proteína Circunsporozoite

d.C: después de Cristo

DDT: Dicloro Difenil Tricloroetano

DEET: N,N-Dietil-meta-toluamida

ELISA: enzimoimmunoensayo

FAS: Fuerzas Armadas

FSB: Forward Support Base (Base de apoyo avanzado)

HCH: Hexaclorociclohexano

IGESANDEF: Inspección General de Sanidad de la Defensa

IMPDEF: Instituto de Medicina Preventiva de la Defensa

ISAF: International Security Assistance Force (Fuerza internacional de asistencia para la seguridad)

OMLT: Operational Mentor and Liaison Team (Equipo de enlace y mentorización operacional)

OMS: Organización Mundial de la Salud

PCR: Polymerase Chain Reaction (Reacción en cadena de la polimerasa)

PSB: Provincial Support Base (Base de apoyo provincial)

qPCR: PCR a tiempo real

TN: Territorio Nacional

UV: ultravioleta

ZO: Zona de Operaciones



## INDICE DE FIGURAS

Figura III.1 Distribución de <i>Aedes albopictus</i> en enero de 2014.....	15
Figura III.2 Fase del ciclo biológico de <i>Plasmodium</i> en el hospedador vertebrado a partir de la inoculación de esporozoitos realizada por un anofelino.....	33
Figura III.3. Fase del ciclo biológico de <i>Plasmodium</i> en el interior del mosquito, a partir de la ingestión de sangre con gametocitos.....	35
Figura III.4 Detalle de la cabeza de <i>Anopheles</i> hembra (izda.) y macho (dcha) .....	37
Figura III.5 Ala de anofelino mostrando la característica alternancia de zonas oscuras y pálidas propia de algunas especies.....	37
Figura III.6 Detalle del escutelo de un anofelino con el contorno característicamente redondeado.....	38
Figura III.7 Detalle de la genitalia tipo de un anofelino.....	38
Figura III.8 Mapa global de distribución de los principales vectores de malaria.....	40
Figura III.9 Imagen de las glándulas salivales de un anofelino diseccionadas.....	43
Figura III.10 Estratificación provincial y por distritos del riesgo de Malaria en Afganistán.....	51

Figura III.11 Distribución de los casos confirmados de malaria por cada 1000 habitantes.....	52
Figura III.12 Límites espaciales de la transmisión de malaria por <i>P. falciparum</i> en Afganistán en 2010.....	53
Figura III.13 Límites espaciales de la transmisión de malaria por <i>P. vivax</i> en Afganistán en 2010.....	53
Figura IV.1 Imagen aérea de la BATO (óvalo principal), en la que se aprecia el campo de golf y zonas colindantes.....	66
Figura IV.2 Detalle del mapa geológico de Alcalá de Henares en el que los terrenos correspondientes a la BATO se rodean con un óvalo.....	67
Figura IV.3 Mapa físico de Afganistán en el que se muestran los países colindantes.....	72
Figura IV.4 Mapa provincial de Afganistán en el que se señala en diferente color la provincia de Herat y foto aérea de los alrededores de la FSB cuyas características son semidesérticas.....	74
Figura IV.5 Imagen aérea de la FSB y áreas colindantes.....	75
Figura IV.6 Imagen del escalón inferior de la Base Ruy González de Clavijo de Qala i Naw o PSB.....	79
Figura IV.7 Mapa provincial de Afganistán en el que se señala en diferente color la provincia de Badghis y foto aérea de la PSB de Qala i Naw.....	80
Figura IV.8 Las lluvias torrenciales que habitualmente se producen	



durante el mes de marzo provocaban con frecuencia el desbordamiento de los ríos y la inundación de zonas de la PSB.....	83
Figura IV.9 Modelo de trampa mini CDC.....	84
Figura IV.10 Modelo de trampa de oviposición con la tira de madera en su interior.....	85
Figura IV.11 Puntos de muestreo T4, T4B y T4C a lo largo del arroyo Ardoz.....	87
Figura IV.12 Punto de muestreo T1 en el interior de un hangar y trampa CDC utilizada en el mismo.....	88
Figura IV.13 Punto de muestreo T2 en el interior del hangar donde principalmente se almacenaba la carga procedente de Afganistán.....	88
Figura IV.14 Punto de muestreo T3 en el interior de un hangar en el que solo se muestreó durante 2008.....	89
Figura IV.15 Punto de muestreo T4.....	90
Figura IV.16 Trampa de oviposición colocada en el punto T4.....	90
Figura IV.17 Trampa CDC localizada en T4B.....	91
Figura IV.18 Se observan en las imágenes las diferentes posiciones en las que ha ido situándose la trampa CDC en el punto T4C.....	92
Figura IV.19 La trampa de oviposición que empezó a utilizarse en el año 2013 en el punto T4C se situaba en el suelo, resguardada por un tronco en descomposición.....	92

Figura IV.20 Imagen de la charca situada junto al campo de golf y la trampa CDC que se utilizó junto a la misma, denominándose como punto T5.....	93
Figura IV.21 En el suelo y junto a la valla de madera que delimitaba la charca del campo de golf, se situaba la trampa de oviposición.....	94
Figura IV.22. Puente que atraviesa el arroyo Torote en la zona en que éste se represa artificialmente a la altura del campo de golf.....	94
Figura IV.23. Equipos entomológicos puestos a disposición de los oficiales veterinarios en Afganistán para realizar actividades de vigilancia entomológica.....	95
Figura IV.24. Trampa BG Sentinel con atrayente químico, en la imagen de la derecha y bolsas generadoras de CO <sub>2</sub> que pueden ser empleadas con dicha trampa pero también con las CDC.....	97
Figura IV.25. Colocación de trampa CDC en el punto H1.....	98
Figura IV.26. Situación de la trampa en D2. La balsa de la depuradora se aprecia a la izquierda.....	99
Figura IV.27. Trampa BG Sentinel en el punto R3, que se desechó por su fuerte exposición al viento.....	100
Figura IV.28. Trampa BG Sentinel en el punto PA3, hangar de aviones no tripulados.....	100
Figura IV.29. Trampa CDC colocada en la parte trasera de la cocina (punto C4).....	101

Figura IV.30. Trampa CDC con luz UV situada en R5, junto a la entrada del hospital.....	102
Figura IV.31. Trampa BG Sentinel en el almacén CATO (punto CA3).....	102
Figura IV.32. Análisis de las curvas de fusión de los productos de amplificación de una secuencia de ADN de mosquitos.....	103
Figura IV.33. Introducción de mosquitos en el cilindro de acero para su congelación y pulverización.....	104
Figura IV.34. Punto de muestreo QIN1 localizado en el exterior del edificio de Plana Mayor de Mando de OMLT y CIMIC.....	107
Figura IV.35. Punto de muestreo QIN2 localizado junto a la puerta oeste del hospital de la PSB.....	107
Figura IV.36. Punto de muestreo QIN3 localizado entre los depósitos de agua de la PSB.....	108
Figura IV.37. Punto de muestreo QIN4 localizado cerca de un pozo detrás del gimnasio.....	108
Figura IV.38. Punto de muestreo QIN5.....	109
Figura IV.39. Punto de muestreo QIN6. En la imagen de la izquierda se muestra la localización de la arqueta; a la derecha, colocación de la trampa CDC en la arqueta.....	110
Figura IV.40. Punto de muestreo QIN7 localizado en la parte trasera de la cocina.....	110

Figura IV.41. Punto de muestreo QIN8. En la imagen de la derecha se observa la depuradora y en la izquierda el punto en el que se colocaba la trampa CDC.....	111
Figura IV.42. Punto de muestreo QIN9 localizado en el pasillo interior del edificio de farmacia y veterinaria.....	112
Figura IV.43. Punto de muestreo QIN10. La trampa CDC se colgaba de la señal de tráfico.....	112
Figura IV.44. Estructura general de Culícido adulto.....	114
Figura IV.45. Patrón general de la venación alar de un Culícido.....	115
Figura IV.46. Vista lateral del tórax con sus principales estructuras.....	116
Figura IV.47. Detalle de genitales de <i>Culex</i> sp., <i>Aedes</i> sp. y <i>Culiseta</i> sp. con sus principales estructuras.....	117
Figura V.1. Porcentaje de las diferentes especies de Culicidae capturadas en la Base Aérea de Torrejón durante el conjunto de muestreos desarrollados entre 2008 y 2013.....	122
Figura V.2. Porcentaje de ejemplares de Culicidae capturados en cada uno de los puntos de muestreo de la Base Aérea de Torrejón entre 2008 y 2013.....	123
Figura V.3. Abundancia relativa de las diferentes especies por punto de muestreo.....	124
Figura V.4. Gráfica sex-ratio de culícidos en los muestreos 2008-2013....	125

Figura V.5. Gráfica sex-ratio por especies en los muestreos 2008-2013...	126
Figura V.6. Porcentaje de las diferentes especies de Culicidae capturadas en la Base Aérea de Torrejón en 2008.....	127
Figura V.7. Dinámica poblacional de las especies de culícidos capturadas durante los meses de muestreo de 2008.....	128
Figura V.8. Porcentaje de las diferentes especies de Culicidae capturadas en la Base Aérea de Torrejón en 2009.....	129
Figura V.9. Dinámica poblacional de las especies de culícidos capturadas durante los meses de muestreo de 2009.....	130
Figura V.10. Porcentaje de las diferentes especies de Culicidae capturadas en la Base Aérea de Torrejón en 2010.....	132
Figura V.11. Dinámica poblacional de las especies de culícidos capturadas durante los meses de muestreo de 2010.....	133
Figura V.12. Porcentaje de las diferentes especies de Culicidae capturadas en la Base Aérea de Torrejón en 2011.....	134
Figura V.13. Dinámica poblacional de las especies de culícidos capturadas durante los meses de muestreo de 2011.....	135
Figura V.14. Porcentaje de las diferentes especies de Culicidae capturadas en la Base Aérea de Torrejón en 2012.....	137
Figura V.15. Dinámica poblacional de las especies de culícidos capturadas durante los meses de muestreo de 2012.....	138

Figura V.16. Porcentaje de las diferentes especies de Culicidae capturadas en la Base Aérea de Torrejón en 2013.....	140
Figura V.17. Dinámica poblacional de las especies de culícidos capturadas durante los meses de muestreo de 2013.....	141
Figura V.18. Palpos maxilares (señalados con una flecha) más cortos que la probóscide.....	142
Figura V.19. Borde posterior del escutelo trilobulado.....	142
Figura V.20. La seta mesepimeral inferior aparece señalada con una flecha en la parte derecha de la imagen. En la parte superior izquierda se indica la situación del espiráculo, con ausencia de setas.....	143
Figura V.21. Imagen de bandas basales blancas en tergos abdominales..	143
Figura V.22. Dibujo del ala de <i>Cx. pipiens</i> en el que se observa que la subcosta (Sc) alcanza la costa (C) al nivel de la bifurcación R2+3 (marcada por línea discontinua) o más allá.....	144
Figura V.23. Abundancia de <i>Cx. pipiens</i> por meses en el conjunto de temporadas 2008-2013 y por punto de muestreo.....	147
Figura V.24. Detalle de fémur y tibia de <i>Cx. theileri</i> con bandas blancas longitudinales.....	148
Figura V.25. Abundancia de <i>Cx. theileri</i> por meses en el conjunto de temporadas 2008-2013 y por punto de muestreo.....	150
Figura V.26. Bandas blancas apicales en los tergos abdominales de <i>Cx.</i>	

<i>hortensis</i> .....	151
Figura V.27. Abundancia de <i>Cx. hortensis</i> por meses en el conjunto de temporadas 2008-2013 y por punto de muestreo.....	152
Figura V.28. Setas presepiraculares marcadas con una flecha roja.....	153
Figura V.29. Abundancia de <i>Cs. longiareolata</i> por meses en el conjunto de temporadas 2008-2013 y por punto de muestreo.....	155
Figura V.30. Abundancia de <i>Cs. annulata</i> por meses en el conjunto de temporadas 2008-2013 y por punto de muestreo.....	158
Figura V.31. Detalle del lóbulo basal del gonocoxito de <i>Cs. subochrea</i> mostrando 3-5 setas.....	159
Figura V.32. Abundancia de <i>Cs. subochrea</i> por meses en el conjunto de temporadas 2008-2013 y por punto de muestreo.....	161
Figura V.33. Tergos abdominales de <i>Oc. caspius</i> con su característico patrón de bandas amarillentas.....	162
Figura V.34. Genitalia de <i>Oc. caspius</i> con la presencia en el gonocoxito de 2 espinas.....	162
Figura V.35. Abundancia de <i>Oc. caspius</i> por meses en el conjunto de temporadas 2008-2013 y por punto de muestreo.....	164
Figura V.36. Cabeza de <i>An. claviger</i> con mechón de setas blanquecinas dirigidas frontalmente en el vértex.....	165
Figura V.37. Ala de <i>An. claviger</i> con venación oscura en su totalidad, a	

diferencia de otras especies de anofelinos que presentan zonas oscuras y pálidas.....	165
Figura V.38. Detalle de la genitalia de <i>An. claviger</i> con 3 setas parabasales en la base del gonocoxito.....	166
Figura V.39. Abundancia de <i>An. claviger</i> por meses en el conjunto de temporadas 2008-2013 y por punto de muestreo.....	168
Figura V.40. Ala de <i>An. atroparvus</i> con manchas negras en la venación (flechas rojas), zona más pálida apical y bifurcaciones de venas M y R2+3 equidistantes con la base del ala (flechas amarillas).....	169
Figura V.41. Abundancia de <i>An. atroparvus</i> por meses en el conjunto de temporadas 2008-2013 y por punto de muestreo.....	170
Figura V.42. Porcentaje de las diferentes especies de Culicidae capturadas en la FSB de Herat en el conjunto de muestreos realizados en 2008, 2010 y 2012.....	175
Figura V.43. Porcentaje de los diferentes ejemplares de Culicidae capturados en cada uno de los puntos de muestreo de la FSB de Herat en 2010.....	176
Figura V.44. Porcentaje de las diferentes especies de Culicidae capturadas en la FSB de Herat en 2010.....	177
Figura V.45. Abundancia relativa de las diferentes especies de culícidos por punto de muestreo en la FSB en 2010.....	178
Figura V.46. Sex-ratio de las diferentes especies de culícidos en la FSB en 2010.....	179



Figura V.47. Porcentaje de los diferentes ejemplares de Culicidae capturados en cada uno de los puntos de muestreo de la FSB de Herat en 2012.....	181
Figura V.48. Porcentaje de las diferentes especies de Culicidae capturadas en la FSB de Herat en 2012.....	182
Figura V.49. Abundancia relativa de las diferentes especies de culícidos por punto de muestreo en la FSB en 2012.....	183
Figura V.50. Sex-ratio de las diferentes especies de culícidos en la FSB en 2012.....	183
Figura V.51. Abundancia de <i>Cx. pipiens</i> por punto de muestreo en los años 2010 y 2012.....	188
Figura V.52. Dinámica poblacional de <i>Cx. pipiens</i> en la FSB en 2010.....	189
Figura V.53. Dinámica poblacional de <i>Cx. pipiens</i> en la FSB en 2012.....	189
Figura V.54. Abundancia de <i>Cx. theileri</i> por punto de muestreo en 2010..	191
Figura V.55. Dinámica poblacional de <i>Cx. theileri</i> en la FSB en 2010.....	192
Figura V.56. Ala de <i>Cx. quinquefasciatus</i> donde se muestra cómo la subcosta (Sc) alcanza la costa (C) antes del nivel de la bifurcación R2+3, detalle que lo diferencia de <i>Cx. pipiens</i> .....	193
Figura V.57. Abundancia de <i>Cx. quinquefasciatus</i> por punto de muestreo en 2010.....	194

Figura V.58. Abundancia de <i>Cs. annulata</i> por punto de muestreo en el año 2010.....	195
Figura V.59. Abundancia de <i>Cs. longiareolata</i> por punto de muestreo en los años 2010 y 2012.....	197
Figura V.60. Dibujo de abdomen de <i>Ae. vexans</i> con su característico patrón de bandas en los tergos.....	198
Figura V.61. Abundancia de <i>Ae. vexans</i> por punto de muestreo en el año 2010.....	199
Figura V.62. Abundancia de <i>Oc. caspius</i> por punto de muestreo en el año 2012.....	200
Figura V.63. Dibujo del ala de <i>Ur. unguiculata</i> con sus principales características.....	201
Figura V.64. Abundancia de <i>Ur. Unguiculata</i> por punto de muestreo en el año 2008.....	202
Figura V.65. Proporción de Anophelinae respecto al total de culicidae en la FSB en los años 2008, 2010 y 2012.....	204
Figura V.66. Porcentaje de las diferentes especies de Anophelinae capturadas en la FSB en los años 2008, 2010 y 2012.....	204
Figura V.67. Dinámica poblacional de las especies de Anophelinae capturadas en la FSB en 2010.....	205
Figura V.68. Palpos maxilares de <i>An. hyrcanus</i> con su característico patrón de bandas.....	206

Figura V.69. Imagen del ala de <i>An. hyrcanus</i> .....	207
Figura V.70. Genitalia de <i>An. hyrcanus</i> con sus principales estructuras...	208
Figura V.71. Dibujo del tarsómero de <i>An. hyrcanus</i> .....	208
Figura V.72. Gráfica sex-ratio de <i>An. hyrcanus</i> en la FSB en 2010 y 2012	210
Figura V.73. Abundancia de <i>An. hyrcanus</i> por punto de muestreo en la FSB en los años 2010 y 2012.....	210
Figura V.74. Cabeza de <i>An. dthali</i> macho con los palpos maxilares en forma de maza.....	211
Figura V.75. Ala de <i>An. dthali</i> con su patrón de bandas pálidas a nivel de la costa.....	212
Figura V.76. Gráfica sex-ratio de <i>An. dthali</i> en la FSB en los años 2008, 2010 y 2012.....	214
Figura V.77. Abundancia de <i>An. dthali</i> por punto de muestreo en la FSB en los años 2008, 2010 y 2012.....	214
Figura V.78. Dibujo del tarsómero de <i>An. peditaeniatus</i> . Las flechas indican el patrón descrito de zonas pálidas.....	215
Figura V.79. Abundancia de <i>An. peditaeniatus</i> por punto de muestreo en la FSB en 2008.....	216
Figura V.80. Abundancia de <i>An. barianensis</i> por punto de muestreo en la FSB en 2008.....	218

Figura V.81. Porcentaje de las distintas especies de Culicidae capturadas en la PSB de Qala i Naw en 2010 y 2012.....	219
Figura V.82. Porcentaje de ejemplares de Culicidae capturados en cada uno de los puntos de muestreo de la PSB de Qala i Naw en 2010 y 2012	221
Figura V.83. Abundancia relativa de las diferentes especies de culícidos por punto de muestreo en la PSB.....	222
Figura V.84. Sex-ratio de las diferentes especies de culícidos en la PSB..	222
Figura V.85. Abundancia de <i>Cx. pipiens</i> por punto de muestreo en la PSB en los años 2010 y 2012.....	224
Figura V.86. Abundancia de <i>Cx. hortensis</i> por punto de muestreo en la PSB en 2010.....	225
Figura V.87. Abundancia de <i>Cs. longiareolata</i> por punto de muestreo en la PSB en los años 2010 y 2012.....	226
Figura V.88. Abundancia de <i>Oc. caspius</i> por punto de muestreo en la PSB en los años 2010 y 2012.....	227
Figura V.89. Proporción de Anophelinae respecto al total de Culicidae en la PSB en los años 2010 y 2012.....	228
Figura V.90. Abundancia de <i>Anopheles</i> sp. por punto de muestreo en la PSB en 2010.....	229
Figura V.91. Abundancia de <i>An. dthali</i> por punto de muestreo en la PSB en 2012.....	230
Figura VI.1. Encharcamiento producido en la zona de drenaje de la depuradora de la FSB.....	246

## INDICE DE TABLAS

Tabla III.1. Especies de <i>Anopheles</i> que pueden actuar como vectores de Malaria.....	41
Tabla IV.1. Pisos bioclimáticos de la región Mediterránea y sus correspondientes intervalos bioclimáticos.....	69
Tabla IV.2. Tipos de ombroclima posibles en España.....	69
Tabla IV.3. Datos climatológicos Torrejón de Ardoz (1981-2010).....	70
Tabla IV.4. Datos climatológicos Herat (1962-1980).....	78
Tabla IV.5. Datos climatológicos Qala i Naw.....	82
Tabla V.1. Información referente al número de especímenes capturados de cada especie en los distintos puntos de muestreo en el conjunto de temporadas en las que se muestreó.....	123
Tabla V.2. Sucesión faunística de todas las especies capturadas a lo largo de los diferentes meses en los muestreos 2008-2013.....	125
Tabla V.3. Número total y por especies de Culicidae capturados en 2008	127
Tabla V.4. Número total y por especies de Culicidae capturados en 2009	129
Tabla V.5. Número total y por especies de Culicidae capturados en 2010	131
Tabla V.6. Número total y por especies de Culicidae capturados en 2011	134

Tabla V.7. Número total y por especies de Culicidae capturados en 2012	136
Tabla V.8. Número total y por especies de Culicidae capturados en 2013	139
Tabla V.9. Información referente a las capturas de <i>Cx. pipiens</i> en los diferentes puntos de muestreo de la BATO.....	146
Tabla V.10. Información referente a las capturas de <i>Cx. theileri</i> en los diferentes puntos de muestreo de la BATO.....	149
Tabla V.11. Información referente a las capturas de <i>Cx. hortensis</i> en los diferentes puntos de muestreo de la BATO.....	152
Tabla V.12. Información referente a las capturas de <i>Cs. longiareolata</i> en los diferentes puntos de muestreo de la BATO.....	155
Tabla V.13. Información referente a las capturas de <i>Cs. annulata</i> en los diferentes puntos de muestreo de la BATO .....	157
Tabla V.14. Información referente a las capturas de <i>Cs. subochrea</i> en los diferentes puntos de muestreo de la BATO.....	160
Tabla V.15. Información referente a las capturas de <i>Oc. caspius</i> en los diferentes puntos de muestreo de la BATO .....	163
Tabla V.16. Información referente a las capturas de <i>An. claviger</i> en los diferentes puntos de muestreo de la BATO .....	167
Tabla V.17. Información referente a las capturas de <i>An. atroparvus</i> en los diferentes puntos de muestreo de la BATO .....	170

Tabla V.18. Temperaturas medias máximas y mínimas de los meses en los que se realizaron muestreos en la Base Aérea de Torrejón, correspondientes a las temporadas 2008-2013.....	171
Tabla V.19. Precipitaciones en l/m2 recogidas por meses y en la totalidad del año en el Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas en las temporadas 2008-2013.....	172
Tabla V.20. Capturas de Culicidae realizadas en 2008.....	174
Tabla V.21. Plan de muestreo desarrollado en la FSB durante el año 2010.....	176
Tabla V.22. Número total y por especies de Culicidae capturados en la FSB en 2010.....	178
Tabla V.23. Plan de muestreo desarrollado en la FSB durante el año 2012.....	180
Tabla V.24. Número total y por especies de Culicidae capturados en la FSB en 2012.....	182
Tabla V.25. Información referente a las capturas de <i>Cx. pipiens</i> en los diferentes puntos de muestreo de la FSB.....	187
Tabla V.26. Información referente a las capturas de <i>Cx. theileri</i> en los diferentes puntos de muestreo de la FSB .....	191
Tabla V.27. Información referente a las capturas de <i>Cx. quinquefasciatus</i> en los diferentes puntos de muestreo de la FSB .....	194
Tabla V.28. Información referente a las capturas de <i>Cs. annulata</i> en los	

diferentes puntos de muestreo de la FSB .....	195
Tabla V.29. Información referente a las capturas de <i>Cs. longiareolata</i> en los diferentes puntos de muestreo de la FSB .....	196
Tabla V.30. Información referente a las capturas de <i>Ae. vexans</i> en los diferentes puntos de muestreo de la FSB .....	199
Tabla V.31. Información referente a las capturas de <i>Oc. caspius</i> en los diferentes puntos de muestreo de la FSB .....	200
Tabla V.32. Información referente a las capturas de <i>Ur. unguiculata</i> en los diferentes puntos de muestreo de la FSB .....	202
Tabla V.33. Número total y por especies de Anophelinae capturados en la FSB en el conjunto de los años 2008, 2010 y 2012.....	203
Tabla V.34. Información referente a las capturas de <i>An. hyrcanus</i> en los diferentes puntos de muestreo de la FSB .....	209
Tabla V.35. Información referente a las capturas de <i>An. dthali</i> en los diferentes puntos de muestreo de la FSB .....	213
Tabla V.36. Información referente a las capturas de <i>An. peditaeniatus</i> en los diferentes puntos de muestreo de la FSB .....	216
Tabla V.37. Información referente a las capturas de <i>An. barianensis</i> en los diferentes puntos de muestreo de la FSB .....	218
Tabla V.38. Plan de muestreo desarrollado en la FSB durante el año 2012.....	220



Tabla V.39. Información referente a las capturas de <i>Cx. pipiens</i> en los diferentes puntos de muestreo de la PSB.....	223
Tabla V.40. Información referente a las capturas de <i>Cx. hortensis</i> en los diferentes puntos de muestreo de la PSB.....	224
Tabla V.41. Información referente a las capturas de <i>Cs. longiareolata</i> en los diferentes puntos de muestreo de la PSB.....	226
Tabla V.42. Información referente a las capturas de <i>Oc. caspius</i> en los diferentes puntos de muestreo de la PSB .....	227
Tabla V.43. Información referente a las capturas de <i>Anopheles</i> sp.en los diferentes puntos de muestreo de la PSB.....	228
Tabla V.44. Información referente a las capturas de <i>Anopheles dthali</i> en los diferentes puntos de muestreo de la PSB.....	229
Tabla V.45. Resultado de la búsqueda de <i>Plasmodium</i> sp. mediante qPCR en las hembras de Anophelinae capturadas en ZO.....	232
Tabla VI.1. Resultado estimado en días de duración del ciclo esporogónico (n) en la FSB para <i>P. falciparum</i> en los meses indicados...	252
Tabla VI.2. Resultado estimado en días de duración del ciclo esporogónico (n) en la FSB para <i>P. vivax</i> en los meses indicados.....	252
Tabla VI.3. Resultado estimado en días de duración del ciclo esporogónico (n) en la PSB para <i>P. falciparum</i> en los meses indicados...	254
Tabla VI.4. Resultado estimado en días de duración del ciclo esporogónico (n) en la PSB para <i>P. vivax</i> en los meses indicados.....	254



## RESUMEN

Se define la Entomología Médica como aquel campo de la ciencia que se ocupa del estudio de los insectos y otros artrópodos, así como de las enfermedades transmitidas por ellos al ser humano, que pueden constituir un problema de salud pública; y es que los artrópodos pueden jugar un importante papel como causantes de enfermedad en el hombre o en los animales al actuar como vectores.

Los vectores son artrópodos hematófagos responsables de la transmisión de un agente patógeno de un hospedador a un individuo sano. De entre todos los artrópodos, son los mosquitos, dípteros de la familia Culicidae, los vectores más importantes por el alto número de patógenos que pueden transmitir.

Dentro de la familia Culicidae, son las subfamilias Culicinae y Anophelinae las de mayor importancia sanitaria, ya que pueden transmitir diversos virus y parásitos; entre los virus se citan alrededor de 100, englobados en tres familias y cuatro géneros: Togaviridae, género *Alphavirus*; Flaviviridae, género *Flavivirus* y Bunyaviridae, géneros *Orthobunyavirus* y *Phlebovirus*. De las enfermedades parasitarias, hay que citar la transmisión de protozoos y de nematodos, causantes de malaria y filariasis respectivamente.

Entre las enfermedades más importantes transmitidas por mosquitos se hallan la malaria, con casi 200 millones de casos en todo el mundo en 2013; la filariosis linfática, que afecta en la actualidad a unos 120 millones en 81 países diferentes; el dengue, con unos 50 millones de afectados anuales; y la fiebre amarilla, endémica en numerosos países, pero que se halla bajo control gracias a la existencia de una vacuna eficaz.

Algunas de las instalaciones que son titularidad del Ministerio de Defensa pueden constituir puntos de entrada a territorio nacional de artrópodos vectores de enfermedades; esto ocurre, por ejemplo, con la Base aérea de Torrejón (BATO). Por ello, se considera de interés desarrollar procedimientos de vigilancia entomológica para la detección de dípteros de la familia Culicidae

en la BATO, con el objetivo de identificar las especies presentes en dicha base y conocer aspectos relativos a su biología y fenología; ello permitirá poder detectar especies no autóctonas introducidas o incrementos de especies autóctonas con posibles implicaciones en salud pública, pudiéndose así aplicar medidas de lucha de forma precoz, en línea con lo que indica el Reglamento Sanitario Internacional.

Por otra parte, y también relacionado con la actividad de nuestras Fuerzas Armadas, su participación en misiones internacionales en diferentes países, puede suponer la exposición del personal a riesgos derivados de enfermedades transmitidas por vectores. Toda la información que se pueda obtener acerca de los vectores a los que se está expuesto es de utilidad para los servicios responsables de medicina preventiva del Ministerio de Defensa. Aprovechando la presencia de nuestras tropas en un país como Afganistán, donde, entre otras enfermedades vectoriales, existe malaria, se ha desarrollado un procedimiento de vigilancia entomológica en las instalaciones que ocupan, con el objeto de identificar las distintas especies de la familia Culicidae presentes en el área de estudio y conocer aspectos relativos a su biología y fenología, así como determinar la posible existencia de anofelinos portadores de esporozoitos de *Plasmodium* sp. Para esto se puso a punto en el Laboratorio de Investigación Aplicada de Córdoba, perteneciente al Ministerio de Defensa, una técnica basada en la amplificación del ADN mediante la reacción en cadena mediada por la polimerasa, que permite diferenciar las cuatro especies de *Plasmodium* patógenas para el hombre. Todo ello permitirá aportar información útil en la evaluación del riesgo de malaria y de otras enfermedades vectoriales.

El programa de vigilancia entomológica desarrollado en la BATO se llevó a cabo entre los años 2008 y 2013, consistiendo en la captura de especímenes adultos mediante trampas de luz mini CDC. En total se capturaron 1280 mosquitos pertenecientes a 9 especies diferentes de los siguientes géneros: 2 especies de *Anopheles*, 3 de *Culex*, 3 de *Culiseta* y 1 de *Ochlerotatus*.

La especie más abundante resultó ser *Cx. pipiens*, que en el conjunto de los 6 años en los que se muestreó representó el 85,78% de las capturas; la

segunda especie más abundante fue *Cs. longiareolata*, lo que supone un 6,48%; *An. claviger* fue la siguiente especie más abundante, representando el 2,97%.

*Cx pipiens*, además de ser la especie más abundante, resultó ser la más ubicua, apareciendo en todos los puntos muestreados. Asimismo, se halló entre las más regulares, capturándose todos los años. Es una de las especies con mayor capacidad de adaptación a diferentes biotopos, junto a una gran versatilidad en lo referente a criaderos larvarios, que incluyen charcas, ríos altamente contaminados con materia orgánica o recipientes con agua de lluvia.

Debe ser tenida en consideración la detección de especies de anofelinos en la BATO, concretamente *An. claviger* y *An. atroparvus*. Dichas especies están presentes en nuestro país y son posibles candidatas para iniciar episodios de transmisión localizada de malaria.

La temporada en la que mayor número de ejemplares se capturó fue la de 2012, año en el que no se realizó la campaña de control de plagas que se lleva a cabo habitualmente en la BATO durante la estación favorable al desarrollo de los culícidos.

En la temporada de 2013 se obtuvo la mayor diversidad específica, siendo el único año en el que se recogieron todas las especies descritas en la BATO, y además fue el segundo año, después de 2012, en el que mayor número de especímenes en términos absolutos fue recolectado. Un hecho destacable este año es que tuvo lugar una abundante pluviosidad durante los meses de primavera, superando en un 100-150% los valores normales.

Todas las especies capturadas en la BATO han sido descritas anteriormente en la Comunidad de Madrid, no habiéndose detectado ninguna especie no autóctona. La mayoría de las especies recogidas merecen ser tenidas en consideración por su interés sanitario, al estar relacionadas con la posible transmisión de patógenos humanos.

Por primera vez se ha desarrollado un programa propio de vigilancia entomológica en una zona de operaciones en la que nuestras Fuerzas Armadas están desplegadas, concretamente en las bases de Herat y Qala i

Naw en Afganistán. En total se han capturado 14 especies de culícidos, alguno de ellos recogido por primera vez en el país o en la región. La mayoría de las especies tienen interés desde el punto de vista sanitario y, entre los anofelinos, aunque no se encontró ningún espécimen portador de esporozoitos de *Plasmodium sp.*, las especies halladas sí que son potenciales transmisoras de malaria.

En la Base de Herat se muestreó en los años 2008, 2010 y 2012 empleando trampas de luz mini CDC y trampas con atrayente químico *BG Sentinel*. Se capturaron 609 especímenes de la familia Culicidae pertenecientes a 9 especies, incluyendo 3 del género *Culex*, 2 del género *Anopheles*, 2 del género *Culiseta*, 1 de *Aedes* y 1 de *Ochlerotatus*. La especie más abundante en el conjunto de todos los muestreos que se realizaron en los diferentes años fue *Cx. theileri* (48,31%), seguida de *Cx. pipiens* (41,97%).

En la Base de Qala i Naw se muestreó en los años 2010 y 2012 con trampas de luz mini CDC capturándose 49 ejemplares de la familia Culicidae, incluidas en 5 especies pertenecientes a los géneros *Culex*, *Culiseta*, *Ochlerotatus* y *Anopheles*. La especie más abundante fue *Cs. longiareolata* que representó el 55,1% del total, seguida por *Cx. pipiens* con el 22,45%.

En relación al estudio de la infección natural por *Plasmodium sp.* en los especímenes pertenecientes al género *Anopheles*, mediante qPCR, Se analizaron en total y de forma individual 25 hembras capturadas en Afganistán y todas ellas dieron un resultado negativo a la detección de *Plasmodium sp.*

En general, consideramos de gran importancia el conocimiento de aspectos relativos a la biología y fenología de las diferentes especies de culícidos, así como a la climatología y biogeografía, en aras de una mayor eficacia en las medidas de control de las poblaciones que, en cada caso, deban adoptarse. Se ha observado que las medidas de control poblacional conducentes a la modificación de biotopos larvarios, son muy eficaces en la lucha contra culícidos de interés sanitario.

## ABSTRACT

Medical entomology is the study of insects, insect-borne diseases, and other associated problems that affect humans and public health.

Arthropods can play an important role in causing diseases in men or animals acting as vectors known as blood-sucking arthropods responsible for the transmission of a pathogen from one host to a healthy individual. Among all arthropods, mosquitoes (Diptera: Culicidae) are the most important vectors due to the high number of pathogens they can transmit.

Within the Culicidae family we have Culicinae and Anophelinae subfamilies, which are of high interest for their health impact, as they can transmit several viruses and parasites; among viruses there are around a hundred, included in three families and four genera: Togaviridae, genus Alphavirus; Flaviviridae, genus *Flavivirus* and Bunyaviridae, genus *Orthobunyavirus* and *Phlebovirus*. Among parasite diseases, there are protozoos and nematodes diseases, such as malaria and filariasis.

Malaria is one of the most important mosquito-borne diseases. Almost 200 million cases of malaria occurred globally in 2013. Lymphatic filariasis currently affects 120 million people in 81 different countries. Dengue is important too, with about 50 million people affected annually, and yellow fever, which is endemic in several countries but is controlled by the vaccine.

Some of the facilities belonging to the Ministry of Defence may become points of entry of arthropod vectors of diseases into national territory. It occurs, for example, on Torrejón airbase. That is why it is crucial to develop methods of entomological surveillance to detect mosquitoes (Diptera: Culicidae) on this airbase, with the objective of identifying the species and knowing the details related to their biology and phenology. This will allow the detection of alien invader species or increments of autochthonous species with potential public health damage, and thus enable the application of control measures at an early stage in accordance with the International Health Regulations (2005).

On the other hand, and also related to the activities of our Armed Forces participating in international missions may expose personnel to risks of vector-borne diseases. The comprehensive information about those vectors may be useful for the preventive medicine services of the Ministry of Defence.

Taking advantage of the presence of our troops in Afghanistan, where among other vector-borne diseases there is malaria, an entomological surveillance program has been developed to identify the different species of Culicidae family in the research area and to know aspects of their biology and phenology, and also to determine the possible existence of *Anopheles* species infected with *Plasmodium* sporozoites. For this purpose a technique based on DNA Real time Polymerase Chain Reaction (PCR) was set up in the Applied Research Laboratory of the Armed Forces of Cordoba. This technique differentiates the four *Plasmodium* species pathogen in man. The above-mentioned will provide useful information in assessing the risk of malaria and other vector-borne diseases.

Between 2008 and 2013 an entomological surveillance program was developed in Torrejon airbase. 1280 adult mosquitoes belonging to 9 different species of genus *Anopheles*, *Culex*, *Culiseta* and *Ochlerotatus* were collected with CDC light traps.

*Cx. pipiens* was the most abundant species in all the six years (85,78%). The second species was *Cs. longiareolata* (6,48%), while *An. claviger* was the third one (2,97%).

*Cx. Papiens* was also the most ubiquitous species and it was collected in all sampling points. It was also among the most regular species, being captured every year. It is able to inhabit nearly every kind of water source, including any type of habitat which contains water ranging from fresh and clear to polluted with organic matter.

The finding of *Anopheles* species in the Torrejon airbase must be taken into account, in particular *An. claviger* and *An. atroparvus*. Those species are present in our country and have a potential vector role in the transmission of malaria.



It was in 2012 when the highest abundance of mosquitoes was collected. That was the year that mosquito control procedures were not carried out in Torrejon airbase.

In 2013 season the highest variability of species was observed. A remarkable fact to take into consideration of that year is the high amount of rain felt during the spring season.

All the species of mosquitoes captured on Torrejón airbase have been described previously in the Region of Madrid. Non-native species have not been found. Most species caught are considered of scientific interest for their probable health impact, as they may be related to the possible transmission of human pathogens.

For the first time an entomological surveillance program has been developed in an area of operations where our Armed Forces are deployed, particularly on the bases of Herat and Qala i Naw in Afghanistan. 14 species of mosquitoes have been captured, some of them for the first time in the country or region. Most of those species are considered of high interest for their health impact. Although none of the *Anophelinae* specimens found were infected, they could be potential carriers of malaria.

The entomological surveillance program carried out in the base of Herat was developed in 2008, 2010 and 2012. The sampling methods were CDC light traps and BG-Sentinel traps with chemical attractant and 609 adult specimens of 9 species of Culicidae were captured (3 *Culex*, 2 *Anopheles*, 2 *Culiseta*, 1 *Aedes* and 1 *Ochlerotatus*). The most abundant species was *Cx. theileri* (48,31%) and the second one was *Cx. pipiens* (41,97%).

In the base of Qala I Naw was carried out a similar entomological surveillance program in 2010 and 2012 with CDC light traps. 49 adult mosquitoes of 5 different species were captured. They are included in genera *Culex*, *Culiseta*, *Ochlerotatus* and *Anopheles*. The most abundant species was *Cs. longiareolata* (55,1%) and the second one was *Cx. pipiens* (22,45%).

Related to the possible existence of *Anopheles* species infected with *Plasmodium* sporozoites, 25 female specimens collected in Afghanistan were analysed with qPCR, but none of them were infected.

Overall we consider it important to know aspects related to the biology and phenology of the different species of mosquitoes, as well as the climatology and biogeography. This will enable better efficiency in pest control measures. It has been noted that measures leading to the modification of larval biotopes are very effective in combating mosquitoes causing health impact.

## **I. INTRODUCCIÓN**



La **Entomología Médica** puede definirse como aquel campo de la ciencia que se ocupa del estudio de los insectos y otros artrópodos, así como de las enfermedades transmitidas por ellos al ser humano, que pueden constituir un problema de salud pública. La **Entomología Veterinaria** se ocuparía del estudio de los artrópodos y de los problemas relacionados con ellos en la medida en que estos afectan a los animales, principalmente al ganado y a los animales de compañía (DURDEN y MULLEN, 2009). Otros autores prefieren utilizar el término Entomología Médica en un sentido más amplio, englobando tanto los problemas que los artrópodos puedan causar a los animales (Entomología Veterinaria) como al ser humano, utilizando en este último caso el término de **Entomología de Salud Pública**; aunque lo cierto es que los límites entre una y otra no están bien definidos, y a menudo las mismas especies de artrópodos actúan como vectores en el hombre y en los animales; de hecho gran parte de las enfermedades transmitidas por vectores son zoonosis (ELDRIDGE y EDMAN, 2004).

El papel más importante que juegan los artrópodos como causantes de enfermedad en el hombre o en los animales lo desempeñan como vectores, pudiendo definirse **vector** en Entomología Médica como aquel artrópodo hematófago responsable de la transmisión de un agente patógeno de un hospedador a un individuo sano. Entre las diferentes formas de transmisión de agentes patógenos por medio de vectores podemos establecer dos grandes grupos: en el primero de ellos podríamos incluir lo que se denomina como **transmisión mecánica**, en el que el aparato picador del artrópodo actúa únicamente vehiculando el agente patógeno entre hospedadores, inoculándolo como lo haría una aguja hipodérmica, no existiendo cambios en el agente patógeno. Esta forma de transmisión vectorial resulta muy poco eficiente, siendo uno de los ejemplos más claros el de la transmisión de agentes víricos como el de la anemia infecciosa equina, o bacterianos como el de la tularemia, por dípteros de la familia Tabanidae. La mayor eficacia en la transmisión vectorial, la consiguen aquellos agentes patógenos que dependen del artrópodo vector para completar parte de su ciclo de vida, hablándose en este

caso de **transmisión biológica**. Clásicamente existen tres posibilidades en este tipo de transmisión:

- Transmisión propagativa, en la que el agente patógeno se multiplica en el interior del artrópodo vector pero no sufre cambios en su ciclo biológico, es decir, no cambia de fase en su desarrollo. En este caso la transmisión no tiene lugar hasta que el patógeno no ha alcanzado un número de individuos suficientemente elevado. Uno de los ejemplos más claros lo tenemos en la transmisión de *Yersinia pestis* por pulgas en la peste bubónica.
- Transmisión cicloevolutiva, donde los parásitos experimentan cambios en su ciclo biológico pero no se multiplican en el cuerpo del artrópodo. El único ejemplo conocido en este tipo de transmisión es el de filarias transmitidas por insectos, en el que estos ingieren microfilarias del hospedador vertebrado y el parásito se desarrolla hasta el tercer estadio larvario infestante (L3), que finalmente es transferido a otro hospedador.
- Transmisión ciclopropagativa, en la que los patógenos experimentan cambios en su ciclo y se multiplican en el cuerpo del artrópodo, aumentando su número. El ejemplo clásico es el de los plasmodios causantes de la malaria.

Son los mosquitos, comúnmente llamados así los dípteros Culicidae, los vectores considerados más importantes en cuanto a su poder vectorial, por el alto número de patógenos que son capaces de transmitir. De ellos se conocen más de 3.400 especies (HARBACH y HOWARD, 2007), englobadas en tres subfamilias, **Anophelinae**, **Culicinae** y **Toxorhynchitinae** (KNIGHT y STONE, 1977; WARD, 1984; WARD, 1992) y unos 40 géneros.

La subfamilia Toxorhynchitinae comprende un grupo de mosquitos cuya biología y encuadramiento taxonómico ha sido poco estudiado; posiblemente debido a su escaso interés desde el punto de vista sanitario, puesto que ni los machos ni las hembras se alimentan de sangre, no constituyendo por tanto

vectores de enfermedades. En cambio, sí que han sido propuestos de utilidad en el control biológico de mosquitos, ya que sus larvas son depredadoras de larvas de otros mosquitos (COLLINS y BLACKWELL, 2000).

La importancia en salud pública de las subfamilias Anophelinae y Culicinae radica en el hecho de que son capaces de transmitir agentes patógenos entre los que se incluyen virus y parásitos. Hasta el momento no se ha demostrado su papel en la transmisión de agentes bacterianos de carácter patógeno para el hombre, exceptuando la transmisión meramente mecánica del agente causal de la tularemia (*Francisella tularensis*) y del carbunco (*Bacillus anthracis*).

Entre los virus que pueden transmitir los mosquitos al ser humano se citan alrededor de 100, englobados en tres familias y cuatro géneros: Togaviridae, género *Alphavirus*; Flaviviridae, género *Flavivirus* y Bunyaviridae, géneros *Orthobunyavirus* y *Phlebovirus*. De las enfermedades parasitarias, hay que citar la transmisión de protozoos y de nematodos, causantes de malaria y filariasis respectivamente (FOSTER y WALKER, 2009).

La subfamilia Anophelinae incluye a los géneros *Anopheles*, *Chagasia* y *Bironella*, siendo el primero de ellos el que engloba a todas las especies transmisoras de la malaria.

La subfamilia Culicinae es la más numerosa, incluyendo a la mayoría de las especies de culícidos agrupadas en diversos géneros, que se hallan distribuidos prácticamente por todo el mundo, destacando por su importancia sanitaria *Culex*, *Aedes*, *Haemagogus*, *Sabethes*, *Coquillettidia*, *Culiseta*, *Mansonia*, y *Psorophora*.

A la vista de algunos datos queda de manifiesto la importancia que desde el punto de vista vectorial tienen los mosquitos: los casos de **malaria** en todo el mundo, transmitida por mosquitos del género *Anopheles*, se estimaron durante el año 2013 en 198 millones, ocasionando también en datos estimados un total de 584.000 muertes (WHO, 2014); la **filariasis linfática**, transmitida por mosquitos de los géneros *Culex*, *Anopheles* y *Aedes*, afecta en la actualidad a unos 120 millones de personas en un total de 81 países (WHO,

2010); el **dengue** es considerada hoy en día como la enfermedad vírica transmitida por dípteros aedinos de más relevancia a nivel global, con aproximadamente 50 millones de casos anuales, de los cuales 500.000 corresponden a la forma hemorrágica de la enfermedad que es la más grave. Ello ha supuesto que desde 1970, los casos de esta enfermedad se han cuadruplicado y continúan aumentando (WHO, 2012a); la **fiebre amarilla**, cuyo principal vector es el mosquito *Aedes aegypti*, es endémica en numerosos países subsaharianos, considerándose que treinta y dos países africanos, con una población total de 610 millones de personas están en riesgo de dicha enfermedad; también es endémica en diez países de América Central y América del Sur, y aunque ha sido gracias a la vacunación masiva por lo que se ha mantenido bajo control, en la actualidad se ha producido un cierto rebrote en países africanos debido a la interrupción de algunas campañas de vacunación; en cualquier caso, el riesgo de expansión a otros países del planeta es mayor que en el pasado, debido sobre todo a la globalización del transporte, que podría facilitar la llegada del virus o del vector a zonas donde la población no estuviera inmunizada (WHO, 2012b).

En los países desarrollados, la emergencia o reemergencia de diversas enfermedades infecciosas es un hecho de indudable importancia en los últimos tiempos. Diversos factores entre los que se hallan el incremento de los movimientos migratorios y del transporte internacional, son sin duda responsables en gran medida de este problema. Dentro de este conjunto de enfermedades a las que nuevamente deben prestar especial atención los servicios responsables de salud pública, se hallan las enfermedades transmitidas por vectores (GUBLER, 2008).



## **II. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS**



En la actualidad, las Fuerzas Armadas desarrollan su actividad tanto en Territorio Nacional (TN) como en otros países participando en misiones internacionales.

En TN, las instalaciones que ocupan y cuya titularidad corresponde al Ministerio de Defensa, pueden constituir puntos de entrada a nuestro país de vectores de enfermedades de diferentes procedencias, como sucede con la Base Aérea de Torrejón (BATO).

Por otro lado, la participación de nuestras tropas en misiones internacionales, en países que denominaremos Zona de Operaciones (ZO), supone en ocasiones su exposición a riesgos derivados de diversas enfermedades transmitidas por vectores.

## **II.1. Potencial introducción de mosquitos vectores no autóctonos en Territorio Nacional (TN).**

Los puntos de entrada a TN suponen un “punto caliente” como posibles áreas de riesgo de introducción de mosquitos vectores de enfermedades, especialmente en los últimos tiempos, dado el auge de diversas enfermedades emergentes y reemergentes; por tanto debe establecerse en los mismos un sistema de vigilancia.

En España, la Ley 33/2011, de 4 de octubre, General de Salud Pública, establece como una de las actuaciones de salud pública, la vigilancia en salud pública, definiéndola como el *“conjunto de actividades destinadas a recoger, analizar, interpretar y difundir información relacionada con el estado de salud de la población y los factores que la condicionan...”*, y entre los factores que tomará en cuenta en esta vigilancia se encuentran *“las enfermedades transmisibles, incluyendo las zoonosis y las enfermedades emergentes”* y *“los problemas de salud relacionados con el tránsito internacional de viajeros y bienes”*. Señala también esta Ley que *“la vigilancia en salud pública requiere contar con unos sistemas de alerta precoz y respuesta rápida para la detección y evaluación de incidentes, riesgos, síndromes, enfermedades y otras situaciones que puedan suponer un riesgo para la salud de la población”*.

Por su parte, el Reglamento Sanitario Internacional (2005) (WHO, 2008a), acuerdo jurídicamente vinculante para los Estados Miembros de la Organización Mundial de la Salud (OMS), señala la obligatoriedad de elaborar programas de control de vectores que supongan un riesgo de salud pública en los puntos de entrada y alrededores de las instalaciones utilizadas para operaciones en las que intervienen viajeros, medios de transporte, contenedores, cargas y paquetes postales.

De todo ello se infiere la necesidad de poder aplicar rápidamente medidas de respuesta ante la aparición de vectores en los puntos de entrada, que pasan, en primer término, por desarrollar e implementar adecuados programas de vigilancia en esos lugares, y así responder y actuar de forma ágil y temprana ante la detección de especímenes de mosquitos no autóctonos o el aumento de poblaciones autóctonas relevantes para la salud pública.

Numerosos trabajos, revisados y analizados posteriormente, relacionan el tráfico aéreo internacional con la introducción de mosquitos vectores de enfermedades, así como con la propagación de las mismas. La BATO constituye un punto de entrada a TN de vuelos de diferentes procedencias, tanto militares como civiles. Por este motivo, el establecimiento de un programa rutinario de vigilancia entomológica, durante los periodos en los que las condiciones ambientales resultan favorables para la supervivencia y posible establecimiento de estos insectos, es fundamental para la detección temprana de especímenes que puedan ser introducidos por medio de aeronaves. Dicho programa se desarrolló en el marco de la vigilancia entomológica establecida en distintos puntos de entrada del TN, a iniciativa del Centro de Coordinación de Alertas y Emergencias Sanitarias (CECAES), dependiente del Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad.

## **II.2. Amenaza que suponen las enfermedades vectoriales (en especial la malaria) para los contingentes de las Fuerzas Armadas desplegados en Zona de Operaciones (ZO). Afganistán.**

Las enfermedades transmitidas por vectores constituyen un riesgo sanitario de gran relevancia a considerar en la protección sanitaria del personal

desplegado en ZO, preocupando especialmente la situación referente al paludismo en Afganistán (ISAF, 2010, 2011; MSMR, 2011, 2012, 2013), país en el que nuestras tropas se hallan desplegadas, y donde según la OMS, existen áreas con altos niveles de transmisión de la enfermedad (WHO, 2014), por lo que nuestro contingente adopta medidas de quimioprofilaxis según la pauta establecida por los servicios de Medicina Preventiva. Sin embargo, el riesgo de transmisión no es uniforme en todo el país y la epidemiología de la enfermedad no se conoce en profundidad. Por ello, y dado que la quimioprofilaxis no está exenta de efectos secundarios, se considera de interés el desarrollo de programas de vigilancia entomológica en ZO, para recopilar información entomológica que pueda ser utilizada por los servicios de Medicina Preventiva en la evaluación del riesgo de aparición de brotes de malaria entre la fuerza desplegada.

Los objetivos planteados en el presente trabajo son los siguientes:

1. Desarrollar e implantar un procedimiento de vigilancia entomológica en la BATO y en las bases que nuestras tropas ocupan en Afganistán, concretamente en la *Forward Support Base* (FSB) de Herat y en la *Provincial Support Base* (PSB) de Qala i Naw.
  - 1.1. En la BATO dicho procedimiento servirá para conocer la composición poblacional de las especies pertenecientes a la familia Culicidae y como sistema de alerta precoz ante la detección de especies no autóctonas que pudieran haber sido introducidas por medio del tráfico aéreo, así como ante el incremento de especies autóctonas relevantes para la salud pública.
  - 1.2. En las bases FSB y PSB de Afganistán permitirá igualmente conocer las especies de Culicidae presentes en las mismas, y especialmente del género *Anopheles*, así como aquellas otras que puedan tener interés sanitario para el contingente desplegado.
2. Valorar la importancia que diversos factores, ya sean naturales, como los meteorológicos, u otros de carácter antropogénico, como la modificación de

biotopos larvarios o el empleo de larvicidas, pueden tener en la composición de las poblaciones de culícidos.

3. Determinar la posible presencia esporozoitos de *Plasmodium* sp. en las hembras de anofelinos en las bases de Afganistán para aportar información en la evaluación del riesgo de malaria en dicha zona de estudio.

### **III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**





### **III.1. Expansión global de los mosquitos vectores y reemergencia de las enfermedades transmitidas por ellos.**

Desde que en 1877 Manson confirmó que el mosquito *Culex quinquefasciatus* era el transmisor de *Wuchereria bancrofti*, causante de la filariasis linfática o elefantiasis, se sucedieron los descubrimientos en el campo de la Entomología Médica, llegándose a conocer el papel de numerosos artrópodos en la transmisión de diversas enfermedades.

Desde comienzos del siglo XX y hasta los años 60, las enfermedades transmitidas por vectores estuvieron consideradas entre los más importantes problemas de salud pública a nivel global; fue a partir de entonces cuando los diferentes programas de control, principalmente orientados a combatir a los artrópodos responsables, permitieron claramente reducir la amenaza global de aquellas en la mayor parte del mundo. Sin embargo, a partir de los 70, y motivado en parte por la idea de que las enfermedades transmitidas por vectores ya no representaban la amenaza de antaño, se entró en una fase de cierta complacencia y se tendió hacia el abandono de algunos de los grandes programas que habían permitido por ejemplo, el control de vectores como *Ae. aegypti* en zonas tropicales de América, y el consiguiente control de enfermedades como el dengue o la fiebre amarilla; se abandonó también el programa contra la malaria que había sido muy eficaz en su control en zonas de Asia y América, y todo ello coincidió con el declive en el uso de insecticidas con un gran efecto residual y profusamente utilizados en los años 50 como el DDT o el HCH (GUBLER, 2008).

Se llegó así a una nueva situación de reemergencia de las enfermedades transmitidas por vectores, en la que influyeron los factores anteriormente comentados, a los que habría que añadir otros como un rápido crecimiento demográfico, cambios de carácter antropogénico con importantes consecuencias sobre el medio ambiente (REISEN, 2009) y por supuesto la globalización del comercio y del transporte en general, de tal forma que hoy en día las diferentes especies pueden moverse más rápido y lejos de lo que nunca habían hecho antes, pudiendo hablarse de una “globalización biológica” (VAN DER WEIJDEN y col., 2007), habiendo favorecido en muchos casos la

importación de vectores en zonas hasta entonces libres de ellas (LOUNIBOS, 2002; TATEM y col., 2006). La introducción continuada de vectores, unida a cambios climáticos y medioambientales aumenta su posibilidad de adaptación y establecimiento en los nuevos hábitats a los que llegan; esto ha sucedido en Europa, donde se han creado escenarios nuevos con la llegada y establecimiento de vectores exóticos, lo que ha favorecido en algunos casos la transmisión de enfermedades que antes eran tropicales o subtropicales (MEDLOCK y col., 2012; SCHAFFNER y col., 2013).

Uno de los ejemplos más ilustrativos de esta expansión global de vectores y de las enfermedades que transmiten, lo representa *Aedes albopictus*, conocido comúnmente como “mosquito tigre”, que aparece citada entre las 100 principales especies invasoras a nivel mundial por el Grupo de Especialistas en Especies Invasoras (ISSG, 2009). Se trata de un mosquito originario del sudeste asiático que en las últimas décadas se ha extendido por extensas áreas de África, América, y Europa, fundamentalmente a través del comercio de neumáticos usados, que en su interior acumulan pequeñas cantidades de agua, suficiente para que los huevos del mosquito sobrevivan largas travesías, generalmente por barco. También ha favorecido su difusión mundial el comercio internacional de una planta exótica conocida como “Bambú de la Suerte”, por una razón similar al caso de los neumáticos, y es que se comercializaba con una pequeña cantidad de agua en la que se vehiculaban los huevos (REITER y SPRENGER, 1987; ENSERINK, 2008; DEMEULEMEESTER y col., 2014); y por último, parece haber tenido cierta importancia, especialmente en Europa el transporte de mercancías por carretera (FLACIO y col., 2004). En este último continente ha sido notificado en diversos países (Fig. III.1), entre los que se incluyen aquellos en los que hay evidencia de que se ha producido un establecimiento de la especie: Albania, Croacia, Eslovenia, España, Francia, Grecia, Italia, Mónaco, Montenegro y San Marino, y otros en los que se ha constatado su presencia pero no su establecimiento: Alemania, Bélgica, Bosnia Herzegovina, Croacia, Holanda, Malta y Suiza (ADHAMI y REITER, 1998; ARANDA y col., 2006; ROIZ y col., 2007; DELACOUR-ESTRELLA y col., 2014; SCHAFFNER y KARCH, 2000; SAMANIDOU-VOYADJOULOU y col., 2005; GIATROPOULOS y col., 2012;

SABATINI y col., 1990; DALLA POZZA y MAJORI, 1992; PLUSKOTA y col., 2008; WERNER y col., 2012; SCHAFFNER y col., 2004; KLOBUČAR y col., 2006; SCHOLTE y col., 2007; SCHOLTE y col., 2012; GATT y col., 2009; FLACIO y col., 2004; WYMANN y col., 2008; ECDC, 2013a).

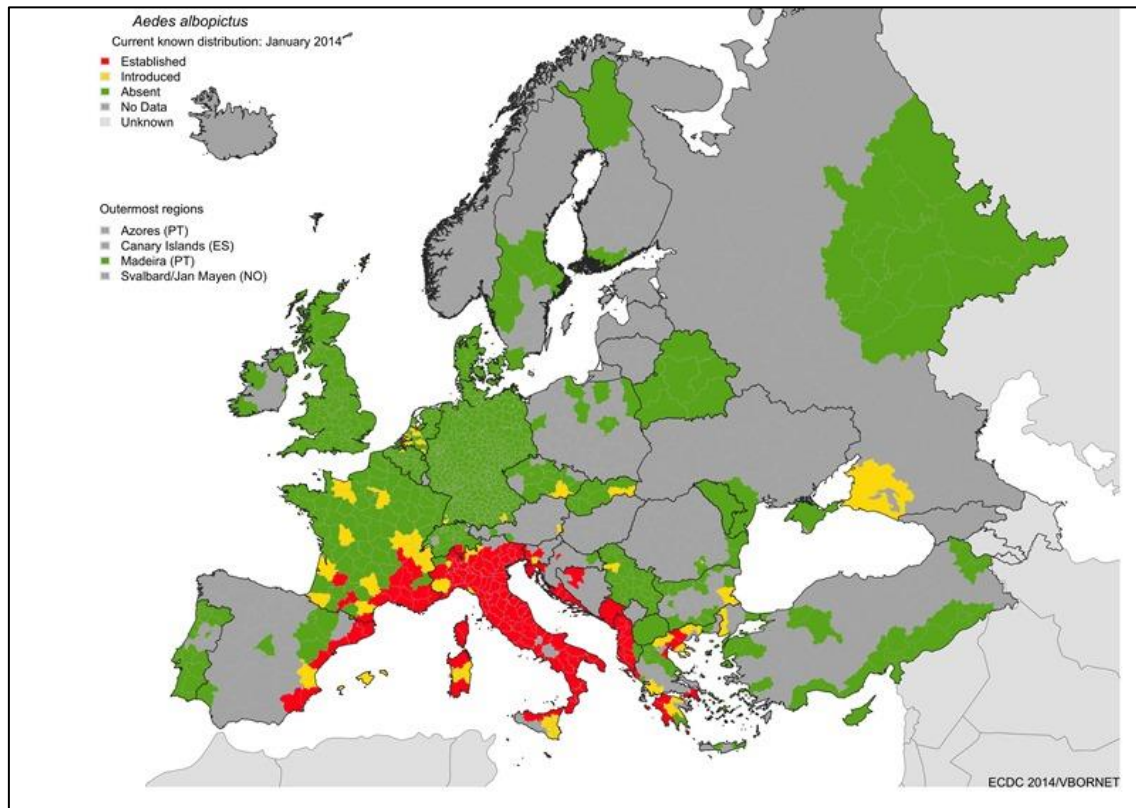


Fig. III.1 Distribución de *Aedes albopictus* en enero de 2014. Disponible en [www.vbornet.eu](http://www.vbornet.eu)

La importancia que en salud pública tiene *Ae. albopictus* está fuera de toda duda; por un lado ha demostrado ya una gran capacidad de expansión a nivel mundial, siendo capaz de desplazar a otras especies (JULIANO y LOUNIBOS, 2005; PAUPY y col., 2009) y un gran potencial futuro de continuar con esta tendencia (BENEDICT y col., 2007; CAMINADE y col., 2012). Es además vector potencial o real de diversos arbovirus entre los que se hallan Flavivirus como el virus del dengue (serotipos 1-4), Encefalitis Japonesa, Encefalitis de San Luis y fiebre del Nilo Occidental; Alfavirus como Chikungunya, Encefalitis Equina del Este, Encefalitis Equina del Oeste y Encefalitis Equina Venezolana o también Bunyavirus como el virus La Crosse (MITCHELL, 1995; PAUPY y col., 2009); y asimismo, es un vector competente

de Nematodos como *Dirofilaria immitis* y *Dirofilaria repens*, parásitos que afectan fundamentalmente al perro pero que pueden llegar a afectar al hombre (CANCRINI y col., 2003a, 2003b). Sus patrones alimenticios, fundamentalmente antropofílicos, en principio facilitarían su participación allí donde esté, en la transmisión de arbovirus humanos como dengue o Chikungunya, aunque tendría mucha menos importancia en la transmisión de otros como fiebre del Nilo Occidental, en los que los reservorios están representados por otras especies (MUÑOZ y col., 2011). Buena muestra de su capacidad vectorial son los casos de enfermedad que se le atribuyen en diversos países europeos, entre los que cabe destacar en los últimos años los brotes de Chikungunya en Italia en 2007, con más de 200 personas afectadas, y donde es probable que a partir de un caso importado, el virus se transmitiera por medio de la población de *Ae. albopictus* previamente establecida en diversas zonas del país (ANGELINI y col., 2007; REZZA y col., 2007). Asimismo, en el sureste de Francia, donde también existen poblaciones establecidas del mosquito, se notificaron en 2010 dos casos autóctonos de esta misma enfermedad (GOULD y col., 2010; GRANDADAM y col., 2011). Además de Chikungunya, *Ae. albopictus* ha sido también señalado como responsable de los primeros casos de dengue autóctono notificados en Europa en este siglo, concretamente en el sureste francés y en Croacia (LA RUCHE y col., 2010; GOULD y col., 2010; GJENERO-MARGAN y col., 2011).

A pesar de ser el mosquito que más claramente se ha expandido a nivel mundial, estableciéndose con éxito en numerosos países europeos, *Ae. albopictus* no ha sido el único ejemplo de culícido exótico importante en salud pública que ha aparecido en este continente.

*Aedes japonicus*, especie de origen asiático, de gran carácter antropofílico (MOLAEI y col., 2009), y que también se halla incluido en la lista de especies invasoras (ISSG, 2009), ha conseguido establecerse en Europa central, concretamente en el norte de Suiza y áreas del sur de Alemania, no estando aclarada la forma de llegada a estas zonas (SCHAFFNER y col., 2009; SCHNEIDER, 2011; BECKER y col., 2011a), así como en Bélgica, adonde posiblemente llegó mediante el comercio de neumáticos usados (VERSTEIRT y col., 2009). En cuanto a su capacidad vectorial, aunque esta especie no es

considerada en la actualidad importante vector de enfermedades, en el laboratorio se ha demostrado su potencial para la transmisión de virus como dengue y Chikungunya (SCHAFFNER y col., 2011) y se han encontrado especímenes infectados por fiebre del Nilo Occidental en la naturaleza (CDC, 2009), existiendo la posibilidad de que pudiera actuar como vector puente entre especies animales (MOLAEI y col., 2009).

*Aedes atropalpus*, especie originaria de Norteamérica fue hallada en 2009 en Holanda, adonde probablemente llegó por medio del comercio de neumáticos usados (SCHOLTE y col., 2009; 2010a). En relación a su capacidad vectorial, de momento ha sido demostrada, en condiciones de laboratorio, su capacidad para la transmisión del virus La Crosse (FREIER y BEIER, 1984) y fiebre del Nilo Occidental (TURELL y col., 2001), aunque en condiciones naturales, de momento no se considera un vector importante de arbovirus (SCHOLTE y col., 2009).

*Aedes aegypti* es una especie que ya estuvo establecida en el continente europeo durante la primera mitad del siglo XX (REITER, 2010) incluyendo la Península Ibérica al menos hasta 1953 (CLAVERO, 1946; RICO-AVELLÓ, 1953). En la actualidad se extiende por amplios territorios de África, Asia, América y Oceanía, y se ha reintroducido recientemente en Europa; concretamente en Madeira (ALMEIDA y col., 2007), habiendo sido también detectada en Holanda, donde los duros inviernos harían improbable su supervivencia (SCHOLTE y col., 2010a). Sin embargo, la hipotética llegada a países del sur de Europa, con inviernos más suaves, sí que permitiría un establecimiento de la especie; algunos autores apuntan incluso a que también podría establecerse en países de inviernos más fríos protegiéndose en contenedores y otros habitáculos, como ya ha sucedido en algunos estados de Estados Unidos (REITER, 2010). La capacidad vectorial de *Ae. aegypti* es bien conocida, siendo considerado vector principal de enfermedades como fiebre amarilla, dengue o Chikungunya, de tal forma que existe preocupación por la posibilidad de una transmisión local de estas enfermedades, de las que existen casos importados en Europa, si se produjera el establecimiento de la especie.

### **III.2. Importancia del tráfico aéreo en la introducción de vectores.**

El tráfico aéreo como medio de transporte, ha contribuido indudablemente a la “globalización biológica” producida especialmente en las últimas décadas, desempeñando un importante papel en el movimiento internacional de enfermedades transmitidas por vectores, ya sea por medio de individuos infectados, como también, aunque en menor medida, a través de los vectores de dichas enfermedades. Tanto unos como otros pueden moverse más lejos y más rápido de lo que nunca lo habían hecho. Sólo en 2012, la cifra de salidas de vuelos regulares a escala mundial ascendió a 31,2 millones (OACI, 2012), con más de 3000 millones de viajeros (ATAG, 2013), habiéndose incrementado anualmente el tráfico aéreo mundial en un 9% desde 1960 (UPHAM y col., 2003).

En lo que se refiere propiamente al transporte de vectores, si bien es cierto que no es fácil que mosquitos exóticos introducidos por medios aéreos lleguen a establecerse en un territorio, ya sea por dificultades en la adaptación a las nuevas condiciones climáticas, o también porque el número de especímenes introducidos de una vez sea escaso como para formar una nueva población, no es descartable que esto pueda ocurrir, y desde luego está demostrada la importancia del tráfico aéreo en la presentación de enfermedades transmitidas por mosquitos en los aeropuertos y sus proximidades (GRATZ y col., 2000; SCHOLTE y col., 2010b). El éxito o fracaso del establecimiento de vectores en territorios que les son ajenos va a depender con frecuencia de la época del año en que esto suceda, ya que cuanto más similares sean las condiciones climatológicas del punto de origen y el de llegada, las probabilidades de que el establecimiento se produzca serán mayores (TATEM y col., 2012).

Un factor que hay que tener en cuenta es que los aviones constituyen focos de atracción para los mosquitos durante su permanencia en hangares o en las pistas; las luces, el calor y el dióxido de carbono desprendido, atraen especialmente a las hembras en busca de sangre (WHITE, 1985), y está documentada su capacidad para sobrevivir en condiciones adversas de temperatura y presión atmosférica, durante vuelos de larga duración (LAIRD,

1948). Existen referencias de la supervivencia de ejemplares de culícidos en el hueco del tren de aterrizaje en un trayecto entre zonas tropicales y templadas (RUSSELL, 1987).

Numerosos ejemplos ilustran la importancia que los aviones han tenido en la difusión mundial de vectores. Ya en 1931 se hallaron en el interior de diversos aviones, tras su aterrizaje en Miami, especímenes de *Cx. quinquefasciatus* y *Ae. aegypti* vivos (GRIFFITS y GRIFFITS, 1931). La primera de estas especies, posiblemente por ser muy abundante en diversas zonas tropicales y subtropicales alrededor del mundo, ha sido con frecuencia hallada en aeronaves, llegando en algunos casos a establecerse en regiones en las que anteriormente no existía. (BATAILLE y col., 2009; SCHOLTE y col., 2010b).

A finales de los años 40 y durante la década de los 50, el Servicio de Salud Pública de los Estados Unidos llevó a cabo un estudio en el que se identificaron 92 especies de mosquitos en aeronaves, de las que 51 no eran autóctonas de ese país (HUGHES, 1961).

En 1968, se inspeccionaron 27 aviones de diversas procedencias (África Occidental, Etiopía o Lejano Oriente entre otras) que tomaron tierra en el aeropuerto de Nairobi, encontrándose en su interior 150 mosquitos adultos, entre los que se hallaban especies como *Anopheles gambiae*, *Culex pipiens*, *Aedes hirsutus*, etc. (HIGHTON y VAN SOMEREN, 1970).

También en 1968 fueron halladas en la base aérea de Forbes, Kansas, 16 larvas vivas de *Culex cinerellus* y *Ae. aegypti* que se hallaban en el agua acumulada sobre una lona procedente de Liberia que se había mantenido al aire libre, y desde donde había sido trasladada por una aeronave militar (PIPPIN y col., 1968).

En estudios llevados a cabo en Nueva Zelanda a lo largo del siglo XX y comienzos del presente siglo se ha podido constatar la entrada de numerosas especies de mosquitos no autóctonos, muchos de ellos con un potencial papel de vector de diversas enfermedades, habiendo tenido lugar estas entradas en un alto porcentaje por medio de aeronaves (DERRAIK, 2004).

En 1994, en inspecciones que abarcaron un período de tres semanas, se estimó que se introdujeron en Francia entre 2000-5000 anofelinos, a razón de 8-20 mosquitos por vuelo (GRATZ y col., 2000).

China tampoco se ha visto libre de la introducción de mosquitos a bordo de aeronaves, algunos de ellos vectores de enfermedades; en diversos estudios llevados a cabo por la Agencia de Cuarentenas e Inspección de Importaciones y Exportaciones del Gobierno de China (CIQ), se hallaron diversos especímenes, siendo el más abundante *Cx. pipiens*, en aviones que aterrizaron en los aeropuertos de Guilin, Guangzhou, Shangai y Dailin (SONG y col., 2003).

La presentación de todos estos casos, tan sólo una muestra del gran número de citas que sobre el transporte aéreo de mosquitos existe, da una idea de la trascendencia que la llegada de mosquitos vectores procedentes de países con ciertas enfermedades endémicas puede tener.

La enfermedad con la que más claramente se puede evidenciar que los mosquitos infectados e importados por aeronaves pueden transmitir enfermedades en el país de destino, es la malaria, si bien no es la única. Podría definirse la “malaria de aeropuerto” como aquella adquirida por la picadura de anofelinos infectados, que tiene lugar en los aeropuertos o sus proximidades, en países en los que dicha enfermedad no se da de forma natural, presumiéndose por tanto la llegada de los anofelinos a través de aviones procedentes de zonas endémicas. Existen numerosos ejemplos a nivel mundial de malaria de aeropuerto, en los que personas que no han viajado de forma reciente a países endémicos ni han recibido transfusiones sanguíneas, padecen la enfermedad, dándose no obstante la circunstancia de que han pasado por aeropuertos internacionales, trabajan en ellos o viven en sus proximidades. Desde el año 1969 hasta 1999 se notificaron a nivel mundial 89 casos de esta enfermedad (GRATZ y col., 2000), existiendo varios resúmenes de casos confirmados o probables (ISAÄCSON, 1989; GIACOMINI y BRUMPT, 1989; SIGNORELLI y MESSINEO, 1990; DANIS y col., 1996; GUILLET y col., 1998; LUSINA y col., 2000; RABINOWITZ y col., 2004; POMARES-ESTRAN y col., 2009).



En España cabe citar una posible malaria de aeropuerto en la Comunidad de Madrid, producida por *Plasmodium ovale* y notificada en 2001. Fue diagnosticada en una paciente residente en Alcalá de Henares, y que por concurrir en ella las circunstancias de no haber viajado nunca al extranjero y hallarse su vivienda a 4 y 18 Km. respectivamente de la BATO y del Aeropuerto de Madrid-Barajas, se concluyó que podía tratarse posiblemente de malaria de aeropuerto, aunque no llegó a descartarse el caso de malaria introducida previamente y transmitida por un mosquito local (CUADROS y col., 2002).

Aunque mucho menos estudiados, también existen referencias de casos de otras enfermedades transmitidas por mosquitos que han sido transportados por avión; un ejemplo lo tenemos en un caso de dengue diagnosticado en Alemania a una pareja procedente de una zona no endémica, concretamente de Hawaii, pudiendo tener su explicación en el llamado “dengue de aeropuerto”, por un transporte de mosquitos infectados de otra procedencia en la aeronave (JELINEK y col., 1998).

Enfermedades como la fiebre del Nilo Occidental podrían haber sido introducidas en islas o serlo en el futuro por medio de mosquitos infectados a bordo de aeronaves (DOUGLAS y col., 2007; KILPATRICK y col., 2006; 2004; BROWN y col., 2012).

Es por todo ello por lo que la OMS formuló una serie de recomendaciones relativas a la desinsectación de aeronaves procedentes de países en los que existen determinadas enfermedades transmitidas por vectores (WHO, 1985; 1995). Dichas recomendaciones, que deben ser aplicadas por los países para los que el Reglamento Sanitario Internacional (2005) (WHO, 2008a) es un acuerdo jurídicamente vinculante, se basan principalmente en la implantación de protocolos de desinsectación en los aviones por parte de las compañías aéreas. La mayor parte de estos protocolos consisten en el empleo de insecticidas a base de permetrina en el interior de las aeronaves, durante la operación de vuelo y antes de alcanzar el país de destino. En algunos casos, son los propios países de destino los que imponen de forma obligatoria la aplicación de estos procedimientos antes de que la aeronave, procedente de un país de riesgo, tome tierra en su suelo, con el

objeto de prevenir la introducción de mosquitos vectores (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010). En el caso de nuestras Fuerzas Armadas, la posibilidad de introducción de vectores a través de sus medios aéreos, motivó que por parte de la autoridad sanitaria del Ministerio de Defensa se adoptaran procedimientos para reducir estos riesgos (IGESAN, 2007; DISAN, 2010).

### **III.3. Amenaza de las enfermedades transmitidas por vectores para los efectivos militares que despliegan en Zona de Operaciones (ZO).**

Las enfermedades transmitidas por artrópodos vectores han constituido históricamente, y siguen representando en la actualidad, una amenaza para las tropas desplegadas en ZO. El despliegue de efectivos militares en estas zonas suele responder a la preexistencia de algún tipo de conflicto, que normalmente implica un deterioro, cuando no destrucción absoluta, de las infraestructuras locales, cambios en las condiciones ecológicas y ambientales, la migración de grandes volúmenes de población y, en general, una merma en las condiciones higiénico-sanitarias. Estos factores, unidos al hecho de la propia irrupción de las tropas en un territorio en el que pueden verse expuestas a nuevos patógenos y sus reservorios, favorecen la aparición de enfermedades emergentes que les pueden afectar, cobrando gran importancia aquellas transmitidas por vectores (MORSE, 1995; GAYER y col., 2007).

#### **III.3.1. Enfermedades transmitidas por pulgas**

Las pulgas (Siphonaptera) comprenden aproximadamente 2.500 especies agrupadas en 15 familias y 220 géneros (LEWIS, 1998). Estos artrópodos son hematófagos, tanto machos como hembras, y ectoparásitos obligados de aves y mamíferos, constituyendo vectores de patógenos en muchas partes del mundo.

Han tenido una gran importancia histórica en la transmisión de enfermedades en los ejércitos de todos los tiempos. La enfermedad más importante en la que intervienen como vectores es la peste bubónica, producida por *Yersinia pestis*, pero son también conocidos vectores del tifus murino, causado por *Rickettsia typhi*. La peste bubónica ha afectado a las campañas militares desde la antigüedad hasta la Segunda Guerra Mundial

(PAGES y col., 2010). Ya en la Guerra del Peloponeso (431-404 a.C.), pudo desempeñar un importante papel en la derrota de los atenienses frente a Esparta, llegando también a diezmar las legiones romanas que volvían de Seleucia en época de Marco Aurelio (161-180 d.C.). En el siglo VI se produjo la conocida como “Peste de Justiniano”, en cuya gran expansión intervinieron tanto los mercaderes como las tropas militares en sus desplazamientos desde Asia Menor hacia África y Europa Occidental (LIGON, 2006). La Segunda Guerra Mundial supuso el último gran conflicto en el que esta enfermedad constituyó una seria amenaza para las tropas, en este caso del bando aliado, que estaban desplegadas en diversas ciudades y puertos de la cuenca mediterránea (MAFART y col., 2004).

No faltan, por otra parte los usos de la peste como arma biológica, y así en 1346, durante el sitio de la ciudad de Caffa, en la costa norte del Mar Negro, los tártaros catapultaron víctimas de dicha enfermedad hacia el interior de la ciudad, consiguiendo propagar la epidemia. La misma estrategia fue usada por las tropas rusas en 1710, durante su asedio a los suecos en Estonia (JEFFERY y SMART, 1997). El último uso conocido con este fin tuvo lugar en la Segunda Guerra Mundial, en la que los japoneses, por medio de la llamada Unidad 731, liderada por el general Shiro Ishii, lanzaron bombas de porcelana llenas de pulgas infectadas con *Yersinia pestis* sobre los chinos (McGOVERN y FRIEDLANDER, 1997).

### **III.3.2. Enfermedades transmitidas por garrapatas**

Las garrapatas son artrópodos pertenecientes al suborden Ixodida que tiene tres familias: Ixodidae, o garrapatas duras, Argasidae, o garrapatas blandas y Nuttalliellidae. Son hematófagas y tienen gran importancia por su capacidad vectorial, siendo los artrópodos hematófagos que más variedad de agentes patógenos pueden transmitir, incluyendo bacterias, virus, parásitos, e incluso hongos patógenos. En términos de importancia en salud pública, son superados únicamente por los mosquitos (NICHOLSON y col., 2009).

Con frecuencia, los efectivos militares que desarrollan misiones en zonas de operaciones o en territorio propio están expuestos a la picadura de garrapatas, en la mayoría de los casos al invadir su nicho ecológico y, por

ende, a los potenciales patógenos que éstas pueden transmitir, existiendo numerosos ejemplos publicados de casos entre dicho personal, aunque posiblemente exista un importante infradiagnóstico en este tipo de patologías. Las principales enfermedades transmitidas por garrapatas se relacionan a continuación:

*Ehrlichiosis*: incluye un grupo de enfermedades de distribución mundial producidas por *Ehrlichia* sp., especies que se encuadran en el orden Rickettsiales, tribu Ehrlichieae. La enfermedad puede presentarse desde formas subclínicas hasta ser fatal en algunos casos. La sintomatología es variada e incluye fiebre, depresión, anorexia así como lesiones hemorrágicas, pudiendo algunas especies producir sintomatología neurológica y lesiones oculares, especialmente uveítis y afectación retiniana (EWING, 2001).

En 1985 tuvo lugar un brote de esta enfermedad entre miembros pertenecientes a una unidad de reservistas que participaban en unas maniobras en el área de New Jersey y que se vieron expuestos a la picadura de garrapatas (PETERSEN y col., 1989). Otro caso, adquirido durante unos ejercicios de entrenamiento, se halla descrito en una militar del Cuerpo de Marines de Estados Unidos en Virginia (ROONEY y col., 2001).

*Enfermedad de Lyme*: producida por la bacteria *Borrelia burgdorferi*, se trata de la infección producida por garrapatas más frecuente en humanos. Está extendida por todas las regiones templadas del hemisferio norte, en las que abundan sus principales vectores, representados por garrapatas del género *Ixodes*, y en especial las especies *Ixodes ricinus* e *I. scapularis*. El cuadro clínico suele comenzar con una lesión cutánea macular que se extiende en forma de anillo y que recibe el nombre de “eritema *migrans*”. Suelen producirse también manifestaciones generales con fiebre, malestar, cefalea y, en una etapa posterior que puede darse semanas o meses después, artralgias y afección neurológica con rigidez de cuello asociada a meningitis aséptica.

En 1985, se estudió clínica y serológicamente a un grupo de reclutas que realizaron maniobras en el Tirol (Austria) y que habían sido picados por garrapatas, observándose títulos de anticuerpos frente a *Borrelia burgdorferi* en un 20% de ellos y sintomatología compatible con la enfermedad de Lyme en un

número menor (SCHMUTZHARD y col., 1988). También el ejército de Estados Unidos ha notificado casos de esta enfermedad entre su personal destinado en Alemania en los años 80 (UNDERWOOD y col., 1993; WELKER y col., 1993). Entre 2002 y 2003, dicha enfermedad fue asimismo diagnosticada en personal del ejército británico desplegado igualmente en Alemania (BAKER y col., 2004). En 2011 fueron diagnosticados un total de 324 casos en el conjunto de las Fuerzas Armadas de Estados Unidos (AFHSC, 2012).

*Fiebre botonosa*: grupo de enfermedades producidas por bacterias del género *Rickettsia*, y a las que con frecuencia se ven expuestas las tropas que participan en ejercicios militares o en operaciones que se desarrollan en zonas endémicas. Se hallan descritos varios tipos de fiebre botonosa en función del agente causal y del tipo de garrapata que actúa como vector, con sintomatología desde benigna hasta fatal en algunos casos (PAROLA, 2005).

Fiebre botonosa mediterránea: está causada por *Rickettsia conorii* y otras rickettsias estrechamente relacionadas y transmitida por la garrapata del perro *Rhipicephalus sanguineus*, estando extendida fundamentalmente por países del sur de Europa, norte de África y, con menos frecuencia, por zonas subsaharianas. Cursa con fiebre, cefalea y mialgia, así como con lesiones cutáneas en los puntos de picadura de la garrapata con halo eritematoso. La garrapata transmisora vive fundamentalmente en ambientes caninos tales como perreras y tiene muy baja afinidad por otros hospedadores (PAROLA y col., 2006); ello posiblemente explica el que no haya revestido una importancia significativa en lo que a impacto sobre las tropas desplegadas y operaciones militares se refiere.

Fiebre botonosa por picadura de garrapata africana: enfermedad causada por *Rickettsia africae* y transmitida por *Amblyomma* sp., que probablemente constituye la mayor amenaza de las enfermedades transmitidas por garrapatas para las tropas que desarrollan su actividad en regiones de África subsahariana (PAGES y col., 2010). La sintomatología y lesiones son similares a las de la fiebre botonosa mediterránea, aunque con más escaras que en aquella. Un brote de dicha enfermedad tuvo lugar en 1992 entre soldados del ejército de

Estados Unidos que participaban en un ejercicio de entrenamiento en Bostwana (SMOAK y col., 1996).

Fiebre botonosa de las Montañas Rocosas: enfermedad altamente endémica en diversas zonas de Estados Unidos, especialmente regiones rurales del sureste y medio oeste, y que tiene como agente patógeno a *Rickettsia rickettsi*, siendo transmitida por la picadura de garrapatas *Dermacentor* sp. y *Amblyomma* sp. (PAROLA y col., 2005). En las primeras fases de la enfermedad cursa con sintomatología bastante inespecífica como fiebre, malestar general, cefalea, mialgia, náuseas y, en ocasiones, dolor abdominal. A partir del tercer día, la mayoría de afectados desarrollan un cuadro de erupción cutánea que suele comenzar por tobillos y muñecas y, en algunos casos, especialmente si no se realiza tratamiento, termina complicándose con sintomatología general, signos neurológicos, fallo renal y hepático, pudiendo llegarse a la muerte. Por las zonas en las que resulta endémica, en las que habitualmente existen áreas de entrenamiento militar, los efectivos militares se ven con frecuencia expuestos a dicha infección, existiendo casos en que así ha sucedido, como el brote ocurrido en 1989 entre los miembros de una unidad militar participante en unas maniobras en los estados de Arkansas y Virginia (SÁNCHEZ y col., 1992).

Fiebre de Congo-Crimea: enfermedad producida por un virus del género *Nairovirus*, familia *Bunyaviridae*, causante de una enfermedad hemorrágica que puede ser fatal y que se observó por primera vez en Crimea en los años 40, cuando se vieron afectados unos 200 militares rusos que ayudaban en la recolección de la cosecha. Es transmitido por garrapatas, especialmente algunas especies pertenecientes al género *Hyalomma*, siendo las más importantes *H. marginatum* y *H. anatolicum*. Está ampliamente distribuida, presentándose en África, Oriente Medio, Asia y algunos países europeos, siendo considerada de hecho la segunda enfermedad transmitida por vectores más importante médicamente después del dengue (NUTTALL, 2001). Su presencia en estas zonas, hace que deba ser tenida en consideración en cuanto al riesgo para el personal militar que despliega de forma habitual en muchos de los países implicados.

### III.3.3. Enfermedades transmitidas por flebotomos

Los flebotomos son pequeños dípteros encuadrados en la familia Psychodidae, que agrupa varias subfamilias y géneros, extendidos por todo el mundo y ocupando diversos biotopos, desde bosques tropicales hasta zonas desérticas. En su estadio adulto presentan hábitos hematófagos con tendencias más o menos antropófilas o zoofílicas según especies y géneros. Los géneros más importantes desde el punto de vista de salud pública son *Lutzomya* y *Phlebotomus*. Las principales enfermedades que pueden transmitir y que tienen importancia desde el punto de vista militar están causadas por virus pertenecientes a la familia Bunyaviridae, género *Phlebovirus* y por protozoos del género *Leishmania*.

*Fiebre producida por flebotomos*: se trata de una enfermedad autolimitante con sintomatología similar a la gripe, en la que el agente causal es un *Phlebovirus* que fue aislado por primera vez entre las tropas desplegadas en Sicilia durante la Segunda Guerra Mundial. Se halla presente fundamentalmente en la cuenca mediterránea, Oriente Medio y Asia Central. Con frecuencia se han visto afectados efectivos militares, entre los que produce una importante merma en sus capacidades operativas, habiéndose reportado casos entre las tropas británicas en India, Pakistán y Palestina, entre las austriacas en Yugoslavia, entre las rusas en Afganistán y entre las estadounidenses en Iraq (ASHFORD, 2001; PAGES y col., 2010; ELLIS y col., 2008).

*Leishmaniosis*: enfermedad producida por protozoos pertenecientes al género *Leishmania*, endémica en muchas zonas tropicales, subtropicales y templadas del mundo y, a la que con frecuencia, se ven expuestas las tropas que operan en diversos escenarios mundiales. Existen diferentes formas clínicas en función de las especies que la pueden causar.

- Leishmaniosis cutánea: producida entre otros por *Leishmania tropica*, *L. major* y *L. braziliensis*.
- Leishmaniosis visceral o *kala azar*: entre sus agentes causales están *L. donovani* y *L. infantum*.
- Leishmaniosis mucocutánea: normalmente debida a *L. braziliensis*.

Entre los casos más recientes en los que se han visto afectados efectivos militares en el curso de operaciones, están los notificados en Asia Central, concretamente casos de leishmaniosis cutánea entre el personal del ejército de Estados Unidos durante las últimas campañas en Iraq, Kuwait o Afganistán, donde entre 2002 y 2004 se confirmaron más de 800 casos de la enfermedad, y se supone que puede haber muchos otros afectados sin diagnosticar (CDC, 2003; WEINA y col., 2004; ZAPOR y MORAN, 2005; PAGES y col., 2010). Las tropas alemanas desplegadas en el norte de Afganistán sufrieron un brote de leishmaniosis cutánea en 2005 que llegó a afectar casi al 20% de los efectivos desplegados (VAN THIEL y col., 2010). También el ejército británico ha reportado casos entre su personal desplegado en aquel país (PROMED MAIL, 2012).

#### **III.3.4. Enfermedades transmitidas por mosquitos**

Las enfermedades transmitidas por mosquitos constituyen una seria amenaza para los efectivos militares desplegados en zonas de conflicto. Entre todas ellas, es sin duda la malaria, que se abordará en un apartado posterior, la de mayor importancia, entre otros motivos por no existir una profilaxis totalmente eficaz y por su amplia distribución en diferentes zonas del mundo. Del resto de enfermedades que pueden transmitir los culícidos, las que mayor impacto podrían tener sobre el desarrollo de las operaciones militares serían las arbovirosis, encabezadas por el dengue al que seguirían otras como fiebre del Valle del Rift, Chikungunya, virus Sindbis, Encefalitis Japonesa, Encefalitis Equina Venezolana, fiebre del Nilo Occidental, virus Ross River, Encefalitis Equina del Este y Encefalitis Equina del Oeste (BURNETTE y col., 2008). De entre todas las arbovirosis destaca el dengue, del que se hallan documentados importantes brotes epidémicos en las tropas desplegadas en la Segunda Guerra Mundial en áreas endémicas. La fiebre amarilla, que causó estragos a finales del siglo XIX entre las tropas españolas y americanas que combatían en Cuba, no representa actualmente una amenaza para los contingentes militares que despliegan en zonas de riesgo gracias a la profilaxis vacunal (ENDY y col., 2005).



### **III.3.5. Vigilancia entomológica en operaciones**

Podemos definir la vigilancia entomológica en operaciones u operacional como el proceso que permite recabar información sobre la existencia de potenciales artrópodos vectores en zonas en las que despliegan los contingentes militares. Constituye uno de los primeros eslabones para conocer el riesgo entomológico que para la salud de los efectivos militares puede suponer desplegar en una ZO. Su importancia se pone de manifiesto a la vista del esfuerzo que en este campo están realizando ejércitos de países como Alemania o Estados Unidos (BURKETT y col., 2007; COLEMAN y col., 2006; 2009a; COLACICCO-MAYHUGH y col., 2012).

La información obtenida sobre la posible presencia o ausencia de artrópodos vectores en estas zonas, con datos relativos a su densidad, distribución, fenología y, en último término, la presencia de especímenes portadores de agentes patógenos de enfermedades, supondrá una valiosa herramienta en el proceso de toma de decisiones para los servicios de Medicina Preventiva de nuestras Fuerzas Armadas. Esta vigilancia entomológica cobra especial interés en zonas en las que el riesgo de determinadas enfermedades transmitidas por vectores no se encuentra definido de una manera rotunda, al no disponerse de datos fiables sobre la prevalencia de la enfermedad a nivel humano o no se cuenta con información suficiente sobre la presencia de vectores en la zona. Esta es la situación con la que nos encontramos en el presente trabajo, en la que se desconoce la posible existencia de vectores de malaria en el área de despliegue de nuestras tropas.

Lo ideal es la puesta en marcha de forma temprana de estos programas al comienzo de un despliegue, de manera que la rápida identificación de vectores de enfermedades endémicas permita la adopción de medidas de control de los mismos. La adecuada recogida de datos complementarios junto con la correcta elección de los métodos de captura, redundará en la elaboración de una información más precisa sobre el riesgo al que nos enfrentamos y en la puesta en marcha de las medidas preventivas más indicadas en cada situación.

Los programas de vigilancia entomológica desarrollados en ZO comienzan, en nuestro caso, por el diseño de procedimientos de muestreo de especímenes de la familia Culicidae, al ser uno de los grupos de artrópodos más frecuentemente implicados en la aparición de enfermedades transmitidas por vectores. Uno de los enfoques principales en el muestreo de culícidos consiste en la obtención de datos sobre la estimación de la densidad del vector en cuestión, porque se supone que elevadas densidades pueden relacionarse con brotes de la enfermedad que transmiten, aunque esto no siempre es así ya que la sola presencia del vector no significa por sí misma un elevado riesgo de enfermedad; el ejemplo clásico es la expresión de “anofelismo sin malaria”, en el que aparecen anofelinos capaces de transmitir la malaria en regiones en las que no hay casos de la enfermedad.

En situaciones de despliegues militares en ZO, una de las formas más asequibles de estimar estas densidades poblacionales y ofrecer información sobre la abundancia del vector consiste en la “estimación relativa de la población”, que normalmente está referida a la técnica de muestreo (ej: nº de culícidos / dispositivo de muestreo) (AFPMB, 2013). En último término, como se ha señalado anteriormente, el desarrollo de técnicas de diagnóstico capaces de determinar la presencia del agente patógeno en los vectores capturados, permitirá valorar de forma más rápida y precisa el riesgo de enfermedad.

### **III.4. La malaria**

La malaria o paludismo es una enfermedad parasitaria que tiene como agente etiológico varias especies de protozoos del género *Plasmodium* Marchiafava & Celli, 1885. La transmisión de la enfermedad se produce debido a la inoculación del parásito por mosquitos hembra del género *Anopheles* Meigen, 1818.

Esta enfermedad se halla descrita desde la antigüedad, existiendo en China referencias en textos como el *Nei Ching*, de hace 4700 años, en el que se menciona una enfermedad que cursa con procesos febriles repetitivos y esplenomegalia, que probablemente podrían corresponderse con malaria. En India, existen escritos de más de 3000 años de antigüedad en los que se describen cuadros clínicos que cursan con fiebre y que muy posiblemente

corresponderían con esta enfermedad. Igualmente, en las civilizaciones egipcia y sumeria, textos datados hace 3500-4000 años, muestran referencias a procesos que cursan con una sintomatología fundamentalmente caracterizada por los procesos febriles intermitentes y esplenomegalia. Aunque se carece de otra información, más allá de la descripción de los cuadros clínicos, que permita asegurar que eran cuadros de malaria, la zona pantanosa situada entre los ríos Tigris y Éufrates, donde se desarrollaba la civilización sumeria, bien podría haber sido el ambiente idóneo para el mantenimiento de la enfermedad. Milenios más tarde, concretamente en 323 a.C., se atribuye la muerte de Alejandro Magno, más allá de Mesopotamia, a la malaria. Un siglo antes, los escritos de Hipócrates, describiendo ciertos procesos febriles, no dejan duda acerca de la presencia de la malaria en Grecia. En los comienzos de la Era Cristiana, la malaria estaba ampliamente extendida por los países situados a orillas del Mediterráneo, en el sur de Europa, pero también en la península Arábiga, Asia Central y Lejano Oriente. Durante la Edad Media, probablemente se extendió hacia el norte, centro y este de Europa. La primera introducción de la enfermedad en América tuvo lugar a finales del siglo XV, con la llegada de colonizadores europeos y barcos con esclavos procedentes de África; en esta primera fase de difusión, probablemente se extendió principalmente por América del Sur y Central; su propagación por Norteamérica tuvo ya lugar a mediados del siglo XVIII, debido al crecimiento económico de los estados sureños de Estados Unidos, que empleaban esclavos de origen africano en las plantaciones (CARTER y MENDIS, 2002).

En 1880, Charles Alphonse Laveran, estudiando sangre de enfermos, descubrió el agente causal de la malaria al conseguir observar merozoitos, trofozoitos y microgametocitos de *Plasmodium* sp. Por este hecho, le fue concedido el Premio Nobel en 1907 (FERNÁNDEZ ASTASIO, 2002). Fue Manson quien en 1878 postuló el papel de los mosquitos como transmisores del parásito, hecho confirmado más tarde por Grassi (FERNÁNDEZ-RUBIO y col., 2011).

### III.4.1. El parásito

La malaria humana está causada por cinco especies de protozoos pertenecientes al género *Plasmodium*, siendo cuatro las especies que habitualmente han infectado al hombre: *Plasmodium falciparum* Welch, 1897; *Plasmodium vivax* (Grassi & Feletti); *Plasmodium malariae* (Laveran, 1881), *Plasmodium ovale* Stephens, 1922; recientemente se ha añadido *Plasmodium knowlesi* Knowles & Das Gupta, 1932.

- *P. falciparum*: es la especie más patógena de las cuatro, pudiendo llegar a producir la muerte, especialmente si el diagnóstico y el tratamiento se retrasan. Presenta una amplia distribución, estando presente en África, sudeste asiático, India y Sudamérica; la mayor parte de las infecciones se reportan en países africanos. Es causante de las llamadas “fiebres tercianas malignas”.
- *P. vivax*: también de amplia distribución, si bien la mayor parte de los casos se producen en Asia y América, pudiendo darse también en climas templados, siendo de hecho la única especie que presenta casos de transmisión autóctona en Europa. Puede dar lugar a una fase latente denominada hipnozoíto y que se acantona en el hígado. Produce las conocidas como “fiebres tercianas benignas”.
- *P. ovale*: distribuido fundamentalmente en África, sobre todo en África Occidental. Da lugar también a una fase latente en forma de hipnozoíto.
- *P. malariae*: responsable de las llamadas “fiebres cuartanas”, es una especie distribuida a lo largo del África subsahariana, gran parte del sureste Asiático, y ha sido también notificada en zonas de la cuenca Amazónica.
- *P. knowlesi*: se trata de una especie propia de los monos y característica de zonas boscosas de Asia sudoccidental a la que recientemente se le han atribuido cientos de infecciones humanas en Malasia (DANESHVAR y col., 2009; WILLIAM y col., 2011; RAJAHARAM y col., 2013).

### III.4.2. Ciclo biológico

El ciclo biológico de *Plasmodium* contempla dos fases: en una de ellas interviene un vertebrado (mamífero, ave o reptil) que actúa como hospedador intermediario, y en él se desarrolla la fase asexual del parásito; la otra fase se desarrolla en el mosquito vector, en el que se produce la fase sexual del ciclo biológico:

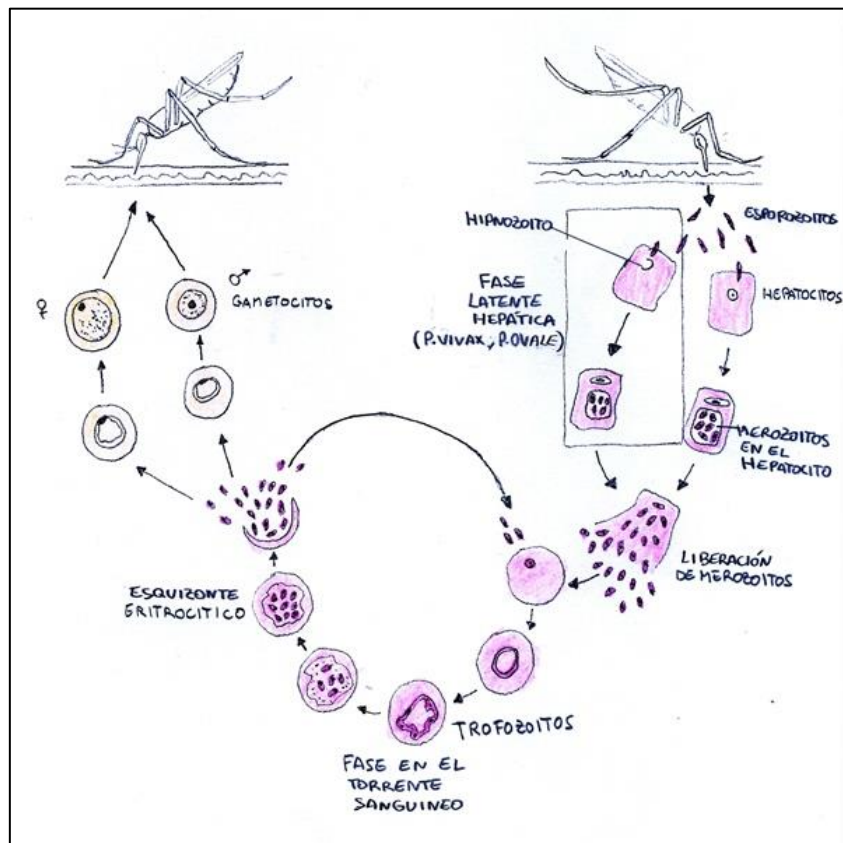


Fig. III.2 Fase del ciclo biológico de *Plasmodium* en el hospedador vertebrado a partir de la inoculación de esporozoitos realizada por un anofelino. Basado en ELDREDGE y EDMAN, 2004.

- Fase en el hospedador vertebrado: comienza con la inoculación de los esporozoitos presentes en las glándulas salivales de un mosquito infectado (forma infectante), en un hospedador vertebrado. Esta inoculación tiene lugar al alimentarse el mosquito hematófago (*Anopheles* hembra) de la sangre del hospedador. En pocos minutos estas formas alcanzan el hígado penetrando en los hepatocitos y comenzando la fase de esquizogonia pre-

eritrocítica; es este el momento en el que las especies de *P. vivax* y *P. ovale* pueden quedar acantonadas en el hígado, dando lugar a formas latentes conocidas como hipnozoitos. Dentro del hepatocito, cada esporozoito puede generar cientos de merozoitos, los cuales se liberan al torrente sanguíneo penetrando cada uno de ellos en un eritrocito, comenzando la fase sintomática de la enfermedad en el momento que empieza la multiplicación asexual dentro de los glóbulos rojos produciendo trofozoitos, los cuales, una vez maduros dan lugar a esquizontes; estos, a su vez, se dividen dando múltiples merozoitos, que pueden salir al romperse el eritrocito, penetrando en otros y ocasionar sucesivas esquizogonias. Finalmente, una pequeña proporción de merozoitos se transforman en gametocitos masculinos y femeninos; esta última forma, ya de carácter sexual, será la que ingiera la hembra de *Anopheles* para continuar el ciclo fuera del hospedador vertebrado. En esta última fase la patogenia de la enfermedad es diferente según se trate de infección por *P. falciparum* o *P. vivax*. Así, *P. vivax* tarda mucho menos que *P. falciparum* en desarrollar gametocitos, siendo incluso capaz de dar lugar a la transmisión de la enfermedad antes de la aparición del proceso sintomático (MILLER y col., 2002) (Fig.III.2).

- Fase en el mosquito: tal y como se aprecia en la Fig. III.3, en el intestino del mosquito se produce la fecundación entre los gametocitos femeninos y masculinos originando el cigoto, que aumenta de tamaño transformándose en ooquinetos móviles, el cual merced a una enzima, atraviesa la pared del tubo digestivo, adquiere una forma redondeada y se transforma en el ooquiste, que se localiza en la membrana basal.

En el interior del ooquiste, la multiplicación del parásito libera finalmente esporozoitos que alcanzan las glándulas salivales del mosquito (BURKOT y GRAVES, 2004).

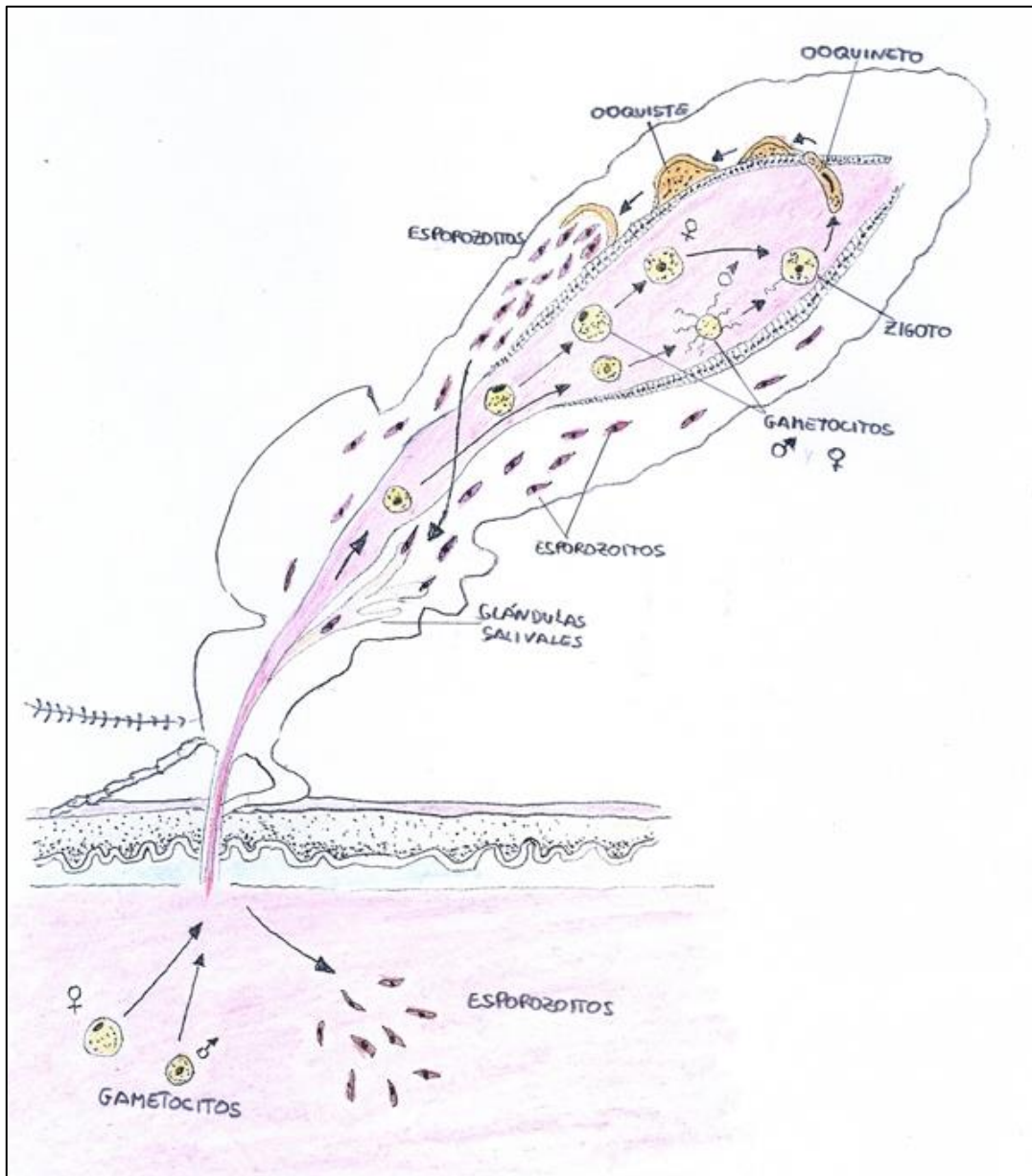


Fig. III.3. Fase del ciclo biológico de *Plasmodium* en el interior del mosquito, a partir de la ingestión de sangre con gametocitos. Basado en ELDRIDGE y EDMAN, 2004

### III.4.3. El vector

#### III.4.3.1. Clasificación taxonómica

La malaria humana es transmitida por vectores pertenecientes al género *Anopheles*, que taxonómicamente se clasifica:

Phylum Arthropoda Latreille, 1829

Clase Insecta Linnaeus, 1758

Orden Diptera Linnaeus, 1758

Familia Culicidae

Subfamilia Anophelinae

Género *Anopheles* Meigen, 1818

El género *Anopheles* incluye 444 especies designadas oficialmente, a las que se añaden otras 40 de forma provisional, todas ellas agrupadas en 6 subgéneros: *Anopheles*, *Cellia*, *Kerteszia*, *Lophopodomyia*, *Nyssorhynchus* y *Stethomyia* (HARBACH, 2004).

#### III.4.3.2. Breve descripción morfológica del estadio imaginal del género *Anopheles*

Los ejemplares adultos del género *Anopheles* presentan el cuerpo dividido en tres segmentos: cabeza, tórax y abdomen.

##### Cabeza

La cabeza presenta un par de ojos compuestos, así como un par de antenas unidas a aquella entre los mismos; en los machos, las antenas son característicamente plumosas. Bajo las antenas, hay un par de palpos maxilares que se componen de cinco partes. De la parte ventral de la cabeza emerge la probóscide. Los palpos maxilares son aproximadamente igual de largos que la probóscide en ambos sexos, si bien en los machos la porción apical de los palpos finaliza en forma de maza (Fig. III.4).



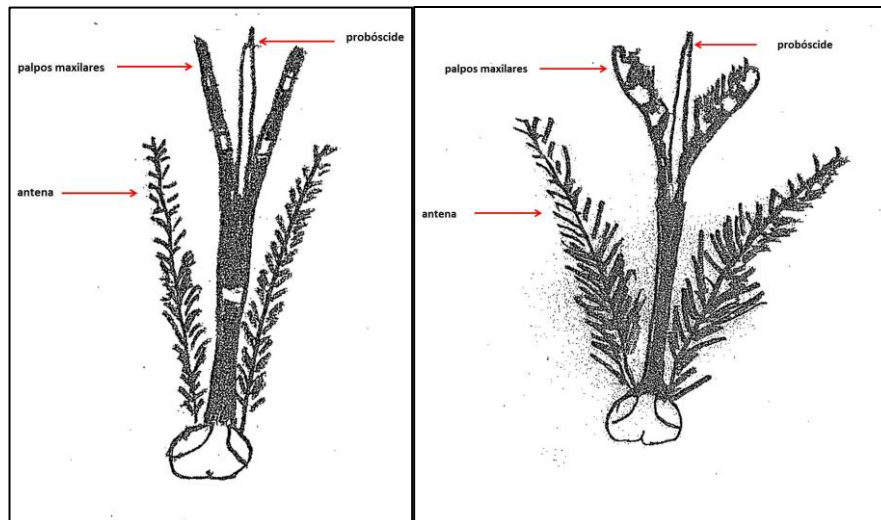


Fig. III.4. Detalle de la cabeza de *Anopheles* hembra (izda.) y macho (dcha). Obsérvese la longitud similar de los palpos y la probóscide en ambos sexos.

## Tórax

El tórax presenta un par de alas y un par de halterios (alas rudimentarias) en la superficie dorsal y tres pares de patas en la ventral. Las alas se hallan recorridas por venas y es característica en muchas especies de anofelinos la presencia de zonas alternas oscuras y pálidas (Fig. III.5).



Fig. III.5. Ala de anofelino mostrando la característica alternancia de zonas oscuras y pálidas propia de algunas especies.

Una estructura de gran importancia en taxonomía y que sirve para diferenciar al género *Anopheles* de otros géneros, es el **escutelo**. Dicha estructura se presenta uniformemente redondeada en el género *Anopheles*, a diferencia de otros géneros en los que aparece trilobulada (Fig. III.6).



Fig. III.6. Detalle del escutelo de un anofelino con el contorno característicamente redondeado.

## Abdomen

Se compone de 10 segmentos, siendo solo visibles los 7-8 primeros y está desprovisto de escamas. En los machos, el último segmento está especializado para la cópula, recibiendo la denominación de genitalia o *hipopigium*. Por su gran valor taxonómico se muestra en la siguiente figura (Fig. III.7) un esquema del mismo con sus principales estructuras.

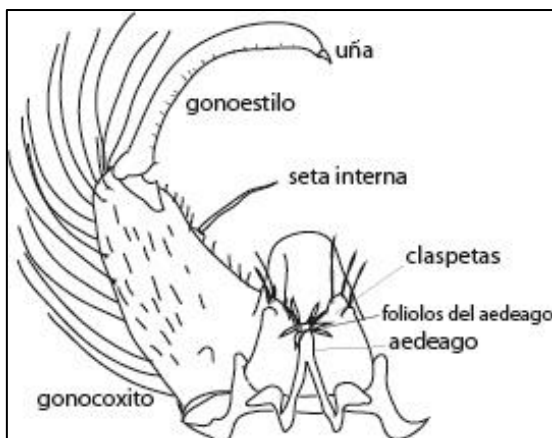


Figura III.7. Detalle de la genitalia tipo de un anofelino.

### III.4.3.3. Capacidad y competencia vectorial

No todas las especies del género *Anopheles* son capaces de transmitir la malaria, siendo que de las casi 500 especies incluidas actualmente, son unas 70 las que pueden transmitirla y, de entre ellas, solo unas 40 tienen importancia médica (LÓPEZ-VÉLEZ y MOLINA MORENO, 2005).

Los términos capacidad vectorial y competencia vectorial son a menudo utilizados indistintamente para describir la capacidad del vector para transmitir una enfermedad, sin embargo, el primero de ellos es un concepto más amplio que define cuantitativamente esa capacidad, y en él quedan incluidas variables como la densidad del vector, su longevidad, hábitos, así como la propia competencia vectorial; este último concepto, en el caso que nos ocupa de la malaria, está condicionado por el sistema inmune del mosquito, ya que determinados genes del mismo determinan que una especie de *Anopheles* sea infectante o no al agente causal (BEERNTSEN y col., 2000).

Para que la transmisión del *Plasmodium* por parte del mosquito sea posible, es necesario que se completen una serie de pasos en el interior de este último. Son tres las fases de transición en el interior del mosquito en las que se puede producir una interrupción del proceso: transición de gametocitos a ooquinetos, en la que puede fallar la fecundación de los gametocitos o la diferenciación de los cigotos a ooquinetos; transición de ooquinetos a ooquistes, en la que el fallo puede residir en la imposibilidad para atravesar la pared intestinal del mosquito por parte del ooquinetos, pero también en una ruptura temprana del ooquiste; y por último, la fase de producción de esporozoitos a partir del ooquiste, pudiendo residir el fallo en la propia falta de producción de estos últimos, o también en la no llegada de esporozoitos a las glándulas salivales, incapacidad para invadirlas o para sobrevivir en ellas (BEIER, 1998).

La especificidad de algunos anofelinos para transmitir las distintas especies de *Plasmodium* puede estar también en relación con el equilibrio entre la velocidad a la que se digiere la ingesta de sangre, y por tanto el desarrollo de las diferentes fases del parásito en su interior y, por otro lado, el ritmo de formación de la membrana peritrófica del intestino del mosquito, que

puede ser una barrera infranqueable para el ooquinetto; esto se ha observado en especies como *Anopheles stephensi* y *An. gambiae*, que muestran ritmos bajos de digestión de la sangre ingerida y presentan altos niveles de formación de ooquistes de *P. falciparum* en la membrana basal del intestino (PONNUDURAI y col., 1988). En ocasiones se ha comprobado que ciertas especies de anofelinos resultan refractarios a la transmisión debido a la reacción de su organismo que provoca la encapsulación del ooquinetto una vez que atraviesa la barrera intestinal (COLLINS y col., 1986). Es conocida también la incompatibilidad geográfica entre variedades de *Plasmodium* y especies de *Anopheles*; así, por ejemplo *Anopheles* europeos son incapaces de transmitir variedades africanas de *P. falciparum*. En experiencias realizadas con *P. knowlesi*, se ha comprobado que sus esporozoitos liberados a partir del ooquiste, son capaces de invadir las glándulas salivales de *An. dirus*, pero sin embargo, son incapaces de hacerlo con las glándulas de *An. freeborni*, probablemente debido a que no pueden reconocerlas (ROSENBERG, 1985).

#### III.4.3.4. Principales vectores a nivel mundial

En la Fig. III.8 y tabla III.1 se muestran las especies de *Anopheles* que pueden actuar como vectores a nivel mundial, teniendo en cuenta su distribución en las diferentes Regiones Biogeográficas.

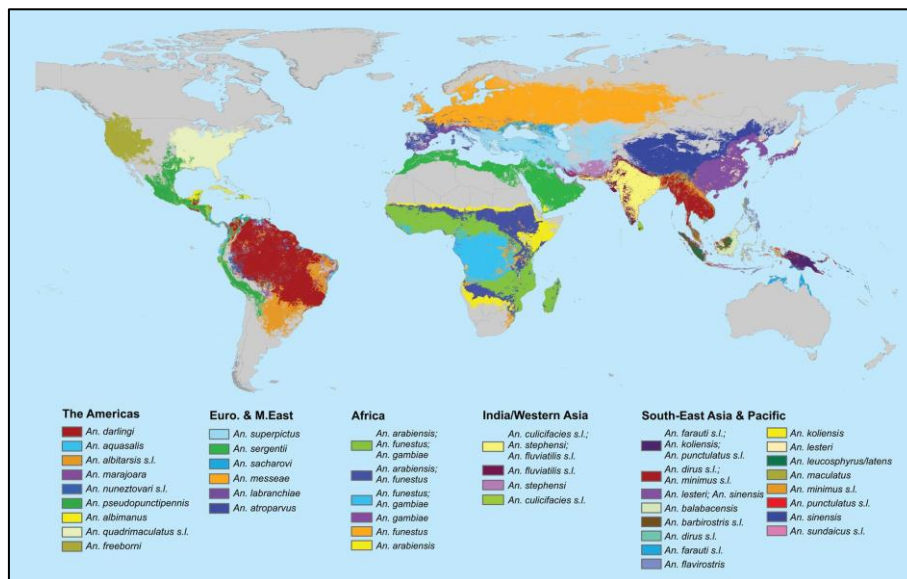


Figura III.8. Mapa global de distribución de los principales vectores de malaria. Sinka y col., *Parasites & Vectors* 2012.

REGIÓN	VECTORES DOMINANTES
Americana	<i>An. freeborni</i> <i>An. pseudopunctipennis</i> <i>An. quadrimaculatus</i> <i>An. albimanus</i> <i>An. albitarsis</i> <i>An. aquasalis</i> <i>An. darling</i> <i>An. marajoara</i> <i>An. nuneztovari</i>
Paleártica	<i>An. atroparvus</i> <i>An. claviger</i> <sup>1</sup> <i>An. dthali</i> <sup>1</sup> <i>An. hyrcanus</i> <sup>1</sup> <i>An. labranchiae</i> <i>An. lesteri</i> <i>An. messeae</i> <i>An. pulcherrimus</i> <sup>1</sup> <i>An. sacharovi</i> <i>An. sergentii</i> <i>An. sinensis</i> <i>An. stephensi</i> <i>An. superpictus</i>
Afrotropical	<i>An. arabiensis</i> <i>An. funestus</i> <i>An. gambiae</i> <i>An. melas</i> <i>An. moucheti</i> <i>An. nili</i> <i>An. pharoensis</i> <sup>1</sup>
Oriental	<i>An. aconitus</i> <i>An. annularis</i> <i>An. balabacensis</i> <i>An. barbirostris</i> <i>An. culicifacies</i> <i>An. dirus</i> <i>An. flavirostris</i> <i>An. fluviatilis</i> <i>An. leucosphyrus</i> <i>An. maculatus</i> <i>An. minimus</i> <i>An. stephensi</i> <i>An. subpictus</i> <i>An. Stephensi</i>
Australiana	<i>An. farauti</i> <i>An. koliensis</i> <i>An. punctulatus</i>

Tabla III.1. Especies de *Anopheles* que pueden actuar como vectores de Malaria. Adaptado de Sinka y col., 2012 y Manguin y col., 2008. <sup>1</sup>Papel como vector secundario o no confirmado.

#### **III.4.4. Determinación de la infección por *Plasmodium* sp. en anofelinos**

La identificación de mosquitos del género *Anopheles* infectados con *Plasmodium* sp. puede realizarse de varias maneras. La forma tradicional ha consistido en la demostración de ooquistes en el intestino del mosquito o de esporozoitos en sus glándulas salivales mediante observación microscópica. Se sabe que el número de esporozoitos presentes en las glándulas salivales de mosquitos infectados puede variar enormemente dentro de una población de mosquitos infectada (BEIER y KOROS, 1991).

Otra de las técnicas está basada en la detección de antígeno del parásito, concretamente de la proteína CS (*Circunsporozoite*) por medio del Ensayo por Inmunoabsorción Enzimático (ELISA).

Para facilitar el diagnóstico en campo han sido desarrollados una serie de kits de diagnóstico basados en reacciones inmunocromatográficas.

Por último, procedimientos de diagnóstico basados en la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) permiten detectar secuencias de ADN de las diferentes especies de *Plasmodium* patógenas para el hombre.

##### **III.4.4.1. Técnicas basadas en la observación microscópica del parásito en el interior del mosquito.**

Se trata de una técnica de gran importancia de cara a determinar la proporción de *Anopheles* infectados por *Plasmodium* y la prevalencia del patógeno en el vector; consiste en la disección y observación del estómago y glándulas salivales del mosquito en busca de la presencia de ooquistes y esporozoitos respectivamente (WHO, 2013b).

Debe efectuarse con mosquitos frescos, lo más próximo posible al momento de la captura, ya que de otra forma es prácticamente imposible la extracción de las glándulas salivales o del estómago sin que se rompan; para visualizar los ooquistes o los esporozoitos se utiliza un microscopio o una lupa binocular. Es una técnica que presenta una gran sensibilidad, ya que los mosquitos infectados resultan positivos por la observación de los esporozoitos si se cuenta con la experiencia adecuada, sin embargo, entre sus inconvenientes están, por una parte, el precisar de personal entrenado en la

misma y, por otra, resultar un procedimiento laborioso, que exige una dedicación importante de tiempo para diseccionar cada mosquito. Esto hace que sea inviable en unas circunstancias como las que se producen en ZO, ya que no siempre se puede disponer de personal adiestrado que esté desplegado en la zona en cuestión; por otra parte, tampoco se pueden remitir a TN para practicar esta técnica, ya que al perder frescura los especímenes, la disección se hace mucho más complicada. Otro inconveniente considerable es que tanto los ooquistes como los esporozoitos son indistinguibles morfológicamente entre las diferentes especies de *Plasmodium*, y tampoco se puede diferenciar si se trata de un *Plasmodium* de origen humano o de otra especie animal (Fig. III.9).



Figura III.9. Imagen de las glándulas salivales de un anofelino diseccionadas (foto de Malaria Research and Reference Resource Center).

#### III.4.4.2. Técnicas basadas en el ELISA

Desde mediados de los 80 se empezaron a desarrollar técnicas inmunoenzimáticas para la detección de la proteína CS, la cual puede estar presente en los esporozoitos de las glándulas salivales o disuelta en la hemolinfa; concretamente se desarrollaron técnicas para la detección de la proteína CS de *Plasmodium falciparum*, *P. vivax-210* y *P. vivax-247* (WIRTZ y col., 1985; 1989).

Entre las ventajas de este método está que permite analizar gran número de mosquitos rápidamente, puesto que se pueden agrupar en lotes, procesando cada uno de ellos conjuntamente. Además, puede realizarse a partir de mosquitos frescos, congelados y desecados, si bien en este último caso deben procesarse rápidamente y guardarse con un desecante para prevenir un crecimiento microbiano o fúngico que podrían dar altos valores de fondo.

Con una sensibilidad de 10-25 esporozoitos, el test es capaz de detectar un solo mosquito infectado dentro de un lote de 50-100 mosquitos no infectados. Sin embargo, dado que la proteína CS empieza a expresarse cuando los esporozoitos se están desarrollando en el ooquiste, deberían procesarse únicamente cabezas y tórax de los mosquitos para evitar una sobreestimación del índice de esporozoitos (BURKOT y GRAVES, 2004).

Un inconveniente de este método es que resultan poco prácticos en las condiciones en las que se desarrollan las operaciones militares, debido a la gran cantidad de equipamiento requerido y complejidad (COLEMAN y col., 2009a), por lo que sería necesario el envío de las muestras a laboratorios centrales para ser procesadas, perdiéndose el valor de la inmediatez de los resultados.

Por otro lado, han sido observados falsos positivos en algunos resultados, especialmente si los mosquitos analizados se han alimentado de sangre de ganado bovino, y en algunos casos porcino, sin que se haya identificado qué factor de la sangre de estos animales puede producir dichos resultados (SONBOON y col., 1993; LOCHOUARN y FONTENILLE, 1999).



#### **III.4.4.3. Técnicas basadas en reacciones inmunocromatográficas con tiras de papel reactivas.**

La necesidad de disponer de técnicas rápidas de campo durante los despliegues militares, aportando así una valiosa información a los servicios de medicina preventiva y permitiendo adoptar inmediatas medidas de protección contra los artrópodos vectores, hizo que se desarrollaran métodos portátiles de ensayo basados en reacciones inmunocromatográficas sobre tiras de papel reactivas. Concretamente se halla comercializado un test cualitativo para la detección de secuencias antigénicas de la proteína CS de *P. falciparum* y las variedades 210 y 247 de *P. vivax* (RYAN y col., 2001). Entre las ventajas que suponen con respecto al ELISA tradicional están su simplicidad y rapidez, pudiendo procesarse lotes de hasta 10 mosquitos, con resultados en 15 minutos; no requerir de cadena de frío para su realización, pudiendo conservarse a temperatura ambiente; y no precisar de personal especializado para su aplicación, entre otras. Según diferentes autores, la sensibilidad de esta técnica oscilaría entre márgenes del 94-100% y su especificidad estaría en 94-99%, pudiendo detectar positivos a partir de la presencia de 200-400 esporozoitos (SATTABONGKOT y col., 2004; APPAWU y col., 2003; BANGS y col., 2002; RYAN y col., 2002; 2001). Sin embargo, otros estudios muestran una baja sensibilidad de esta técnica (14,3%-17,7%) cuando se compara con la PCR analizando mosquitos individualmente (MORENO y col., 2004).

#### **III.4.4.4. Técnicas basadas en la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR).**

La técnica basada en la PCR, por la que se amplifican secuencias específicas del ADN de los esporozoitos de *Plasmodium* en los mosquitos vectores, tiene una excelente sensibilidad para un nivel muy bajo de esporozoitos, siendo capaz de dar un resultado positivo a *P. falciparum* solo con 10 esporozoitos en las glándulas salivales (TASSANAKAJON y col., 1993), pudiendo ser utilizada como prueba de diagnóstico de la presencia de mosquitos infectados así como prueba confirmatoria de las técnicas comentadas anteriormente.

Entre los inconvenientes que presenta esta técnica hay que citar la dificultad para poder ser aplicada en ZO debido al material que requiere, a pesar de que en este campo se ha avanzado notablemente, existiendo actualmente equipos más ligeros y baratos que al comienzo de su utilización. Otro inconveniente resulta de la inhibición que se produce en la amplificación del ADN cuando se trabaja con lotes de mosquitos, debido a la presencia de inhibidores en los tejidos del mosquito y especialmente en el exoesqueleto duro de la cabeza y tórax (AREZ y col., 2000; MORENO y col., 2004). Esto obligaría a analizar individualmente cada mosquito o diseccionar el intestino medio y las glándulas salivales y realizar a partir de ellos la extracción del ADN, pero ello implicaría mucha mayor complejidad del procedimiento perdiéndose la ventaja que supone el poder analizar directamente lotes de mosquitos. Recientemente ha sido propuesto un protocolo de extracción de ADN en lotes de 10 mosquitos que permite solucionar el problema de la inhibición por efecto de los tejidos del mosquito, detectando *Plasmodium* en mosquitos infectados con una alta sensibilidad (PÉREZ RICO y col., 2013).

#### **III.4.5. Importancia desde el punto de vista militar.**

Esta enfermedad ha representado una amenaza para los ejércitos de todos los tiempos en diferentes campañas a lo largo de la historia, desde la antigüedad hasta nuestros días. En los conflictos más recientes como la Segunda Guerra Mundial llegó a representar un verdadero azote en algunos casos; tal es el caso del ejército Británico desplegado en el sudeste Asiático en el que alcanzó una incidencia de más del 55% durante 1943 (BRUCE-CHWATT, 1985). No fue tampoco un problema menor para los norteamericanos, que sufrieron más de 200.000 casos de malaria entre sus efectivos desplegados en la campaña del Pacífico durante esa misma Guerra (JOY, 1999) y un número de bajas durante la Guerra de Vietnam tan considerable que, en algunos casos, comprometió seriamente la campaña (SHANKS y KARWACKI, 1991). Desde entonces y hasta nuestros días, a pesar de los nuevos fármacos que para la quimiopprofilaxis se han desarrollado, y de las medidas preventivas de protección personal puestas en práctica, siguen dándose brotes de malaria entre las tropas desplegadas en países en los que dicha enfermedad es endémica (WALLACE y col., 1996; TUCK y col., 2003;

KOTWAL y col., 2005; SUSI y col., 2005; VERRET y col., 2006; WHITMAN y col., 2010). Durante 2011, en el ejército de Estados Unidos, fueron notificados 124 casos de la enfermedad (MSMR, 2012), mientras que en 2012, la cifra fue de 38 (MSMR, 2013).

### **III.5. Malaria en Afganistán.**

#### **III.5.1. Introducción.**

En el año 2011, aproximadamente un 77% de la población, esto es 25 millones personas, vivían en zonas de riesgo de transmisión de la enfermedad, siendo aproximadamente el 30% de la población (casi 10 millones) los que habitarían en zonas de alto riesgo (WHO, 2012c). Conforme se ha ido estabilizando la situación socio-política del país y han ido produciéndose mejoras en los sistemas de salud, estas cifras han ido mejorando año tras año, de tal manera que los datos disponibles en 2012 muestran que la población que habitaría zonas de alto riesgo de transmisión no alcanzaría los 8 millones (WHO, 2013a). No obstante, otras fuentes estimaban la población que habitaba en regiones de alto riesgo en un 39% en el año 2008 (SAFI y col., 2009a). La variabilidad en las cifras no deja de reflejar la dificultad para la obtención de datos epidemiológicos fiables en un país que ha padecido etapas de inestabilidad y conflictos armados, al menos, en las tres últimas décadas, y en el que los sistemas básicos de salud pública no alcanzan con eficacia en la actualidad más que a las zonas urbanas, siendo éstas en las que con más fiabilidad han podido realizarse dichos estudios, cuando lo cierto es que Afganistán es en su mayor parte rural.

#### **III.5.2. Evolución histórica de la malaria en Afganistán.**

La historia más reciente de la malaria en Afganistán comienza en los años 40, cuando se pusieron en práctica las primeras medidas de control en forma de programas de lucha contra dicha enfermedad por parte de la OMS, consistentes en la realización de un estudio de identificación de las principales especies de vectores presentes en algunas áreas del este de Afganistán, así como de la determinación de su índice de infección por *Plasmodium* sp. Posteriormente se llevaron a cabo desinsectaciones con DDT de las superficies

internas en las viviendas de diversas localidades, observándose notorias reducciones en el número de anofelinos capturados antes y después de dichos tratamientos (RAO, 1951).

Los resultados obtenidos en las décadas siguientes fueron muy positivos, continuándose así hasta 1970, cuando se observó un incremento de los casos de malaria e incluso un brote epidémico en el sur del país, motivado por la aparición de resistencia al DDT en uno de los principales vectores, *Anopheles culicifacies* (ESHGHY y NUSHIN, 1978).

En la década de los 70, parecía claro que la erradicación de la enfermedad resultaría casi imposible, debido por una parte a las resistencias aparecidas a los insecticidas, y por otra, a los movimientos de población y al incremento de áreas de riego, que sustituían a antiguas zonas áridas, incrementando la superficie en la que podían criar los mosquitos transmisores (KOLACZINSKI y col., 2005).

La década de los 80 viene marcada por la invasión soviética, que se inicia en 1979, prolongándose hasta 1989, y que provoca un deterioro manifiesto de los sistemas públicos de salud, con el abandono de programas de medicina preventiva, como el de desinsectaciones con DDT en el interior de viviendas. Todo ello propició, entre otras cosas, un incremento en los índices de malaria en la población (KOLACZINSKI y col., 2005). También en la Unión Soviética, durante la misma década, se multiplicaron por cuatro los casos de malaria importada, debido al regreso del personal militar desplegado en Afganistán (SERGIEV y col., 1993).

A comienzos de la década de los 90, la desestructuración de los servicios de salud del país era manifiesta, y aunque se carece de datos fiables, los casos estimados de malaria en 1994 oscilaban entre 2-3 millones, con más de 2400 muertes por esta causa (WHO, 1997). No obstante, la estabilización de la situación política permitió, especialmente a partir de 1992, el desarrollo de iniciativas como la distribución de redes mosquiteras impregnadas en insecticida, junto con campañas de concienciación acerca de la importancia de su empleo, ya que un año antes se había demostrado su eficacia en dos campos de refugiados afganos situados en el oeste de Pakistán, junto a la

frontera con Afganistán (ROWLAND y col., 1996). A mediados de esta década se implementó asimismo una medida complementaria, también con resultados satisfactorios, consistente en la impregnación con permetrina de los *chaddars*, prenda femenina usada como velo y chal, pero que durante la noche se utiliza también para cubrirse a modo de sábana (ROWLAND y col., 1999). A finales de los 90, se consiguieron también resultados muy positivos en el este del país mediante el uso combinado de redes impregnadas y jabones para la piel conteniendo DEET (Dietil-meta-toluamida) (ROWLAND y col., 2004).

Tras la caída del régimen Talibán en 2002, el total de casos notificados de malaria ascendía a más de 600.000, lo que supuso el mayor pico de incidencia en 20 años (WHO, 2008b), pero durante esta década se lograron grandes avances en la lucha contra la enfermedad. Se estima que en el periodo 2000-2010 se consiguió una disminución de más del 50% en los casos confirmados, y que para 2015 se habrá podido alcanzar hasta un 75% de disminución (WHO, 2013a).

### **III.5.3. Epidemiología de la malaria en Afganistán.**

En Afganistán esta enfermedad es endémica en extensas áreas por debajo de 2000 m de altitud, sin embargo, el riesgo de transmisión no es uniforme y la epidemiología de la enfermedad es compleja, siendo más prevalente en los valles de zonas de montaña y en áreas de arrozales, teniendo lugar la transmisión principalmente de junio a noviembre, aunque puede haber casos de transmisión muy escasa a partir de marzo y hasta diciembre (KOLACZINSKI y col., 2005). Se han dado incluso brotes epidémicos, producidos principalmente por *P. falciparum*, en regiones situadas por encima de 2000 m de altitud (ABDUR RAB y col., 2003). La forma producida por *P. vivax* muestra habitualmente un pico en julio, mientras que la infección por *P. falciparum* tiene su pico principalmente en octubre, aunque se puede presentar desde mediados de verano y hasta diciembre (SAFI y col., 2009b).

### III.5.3.1. El parásito y la distribución de la enfermedad.

Las dos especies causantes de la enfermedad en el país son *P. vivax* y *P. falciparum*. En cuanto a la proporción de casos producidos por una u otra especie, la primera es claramente la especie con mayor prevalencia, si bien existe una cierta disparidad en los datos existentes, según las poblaciones muestreadas y los años en los que dichos muestreos fueron realizados, pudiendo representar *P. vivax* entre un 70-90%, quedando el resto para *P. falciparum* (YOUSSEF y col., 2009); según otros estudios la prevalencia de *P. vivax* estaría en el 85-95% (LESLIE y col., 2009a). Por su parte la OMS estima una prevalencia del 93% para *P. vivax* y del 7% para *P. falciparum* (WHO, 2012c). Por otro lado, esto parece no haber sido exactamente así en los últimos años, ya que antes de la invasión soviética, *P. falciparum* representaba únicamente el 1% de las infecciones; a mediados de los 90, dicho ratio había cambiado, y en el este de Afganistán, esta especie representaba ya el 17% de los casos de malaria (ROWLAND y col., 2002). En este resurgimiento de las infecciones por *P. falciparum* tuvieron que ver, por una parte, la aparición de resistencias a la cloroquina por parte de dicha especie, que se iniciaron en la década de los 80 (DELFINI, 1989), continuando en la década siguiente (RAB y col., 2001), pero también la situación de continua inestabilidad que motivó la persistencia de reservorios en zonas en las que, por estar situadas en áreas remotas o inseguras, no se tenía acceso a otro tipo de fármacos usados como segunda línea de lucha contra el parásito (SHAH y col., 1997; KOLACZINSKI y col., 2005). La persistencia de reservorios de la enfermedad, en este caso debida a *P. vivax*, también ha tenido que ver con la capacidad de esta especie de persistir en estado de latencia en el hígado de los portadores, en forma de hipnozoitos.

La distribución geográfica de la malaria en Afganistán no es homogénea, estando condicionada principalmente por factores tales como prácticas agrícolas basadas en el cultivo de arroz, que favorecen, como se verá a continuación la cría de algunos de los principales vectores, y de la altitud, factor condicionante de la supervivencia del mosquito. Teniendo en cuenta estos datos, la OMS y el Ministerio de Sanidad de Afganistán dividieron el país en tres estratos en función del riesgo de transmisión de la enfermedad (Figura

III.10). Según esta división, el primer estrato incluiría zonas de riesgo medio-alto de transmisión, estando las provincias de Herat y Badghis incluidas en el mismo; el segundo estrato correspondería a regiones con un riesgo bajo; y el tercer estrato agruparía aquellas áreas con un riesgo prácticamente inexistente (SAFI y col., 2009b). Sin embargo, el riesgo de transmisión dentro de cada provincia no es uniforme, por lo que se realizó una estimación del mismo por distritos dentro de cada una de ellas. Según esta última división, los distritos en los que se hallan las localidades de Qala i Naw y de Herat, en las cuales se hallan desplegados los efectivos de nuestras Fuerzas Armadas, estarían incluidas en el primer estrato en el caso de Qala i Naw, mientras que la localidad de Herat estaría en un distrito clasificado en el segundo estrato (MoPH, 2008). Los datos existentes en relación a brotes de la enfermedad en ambas provincias muestran para Badghis un brote por *P. falciparum* en septiembre de 1999 con 165 afectados y 6 muertes (MoPH, 2008), y en el caso de Herat se notificaron en 2007 5 casos por *P. falciparum* y 412 por *P. vivax* (ZAKERI y col., 2010).

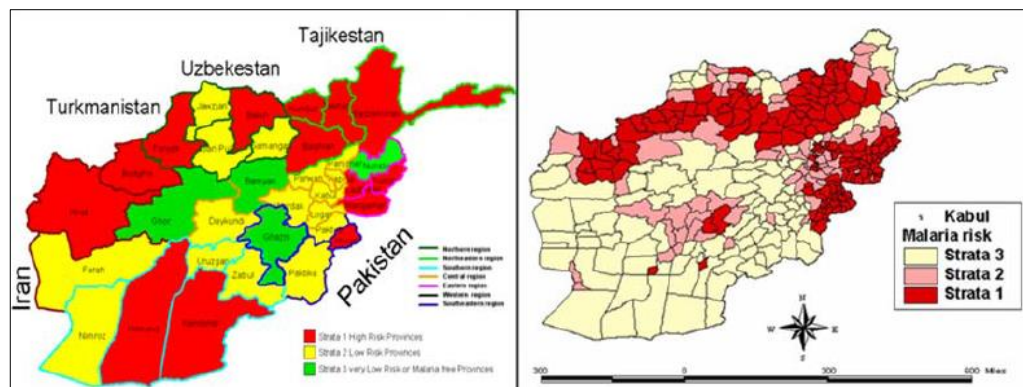


Fig. III.10. Estratificación provincial y por distritos del riesgo de Malaria en Afganistán (MoPH, 2008).

El perfil epidemiológico que para la distribución de malaria indica la OMS, se muestra en el siguiente mapa (Figura III.11).

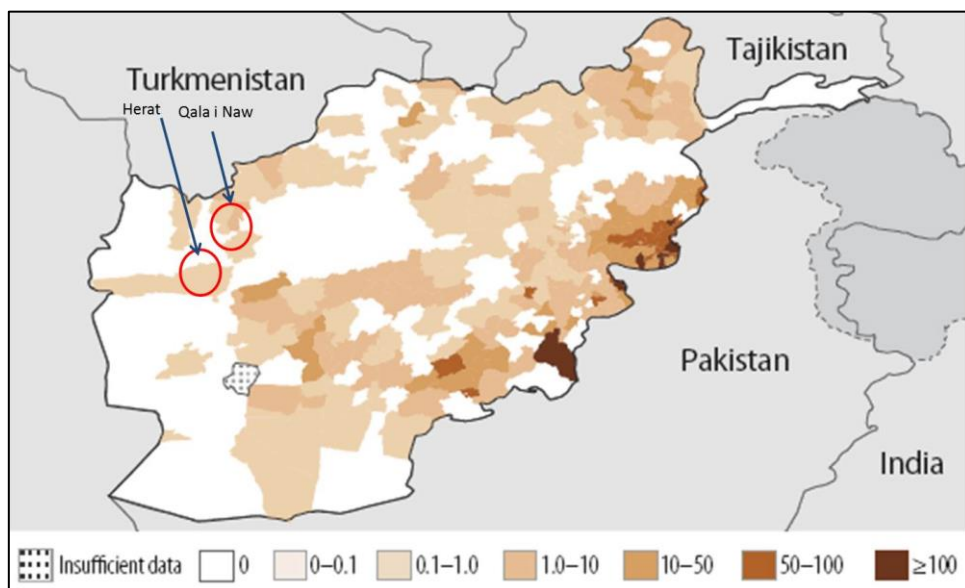


Figura III.11. Distribución de los casos confirmados de malaria por cada 1000 habitantes (WHO, 2012c).

En la actualidad se tiende hacia la elaboración de mapas de riesgo cada vez más fiables (Figuras III.12 y III.13), basados en los sistemas de información geográfica (SIG), mediante los cuales se realiza un análisis espacial de las enfermedades, ya que estos sistemas pueden ir almacenando capas superpuestas de datos y relacionar la información entre ellas. La malaria es una enfermedad vectorial en la que diversos factores ambientales como la humedad o las precipitaciones influyen decisivamente en la supervivencia de los vectores, puesto que determinan por ejemplo el tipo de cobertura vegetal del suelo o la existencia de cuerpos de agua que permiten la cría de los mosquitos. Asimismo, la temperatura tiene una importancia decisiva en el desarrollo del ciclo esporogónico en el mosquito, que es el tiempo necesario en días para que los parásitos completen su ciclo evolutivo dentro del vector.

Todos estos factores, y otros como la temperatura de la superficie terrestre o el índice de vegetación (NDVI – *Normalized Difference Vegetation Index*), indicativo de las precipitaciones, pueden ser muestreados por los sensores de los satélites, pudiéndose estimar la probabilidad de transmisión de la enfermedad (BROOKER y col., 2006; ADIMI y col., 2010; GUERRA y col., 2010; GETTING y col., 2011; 2012).



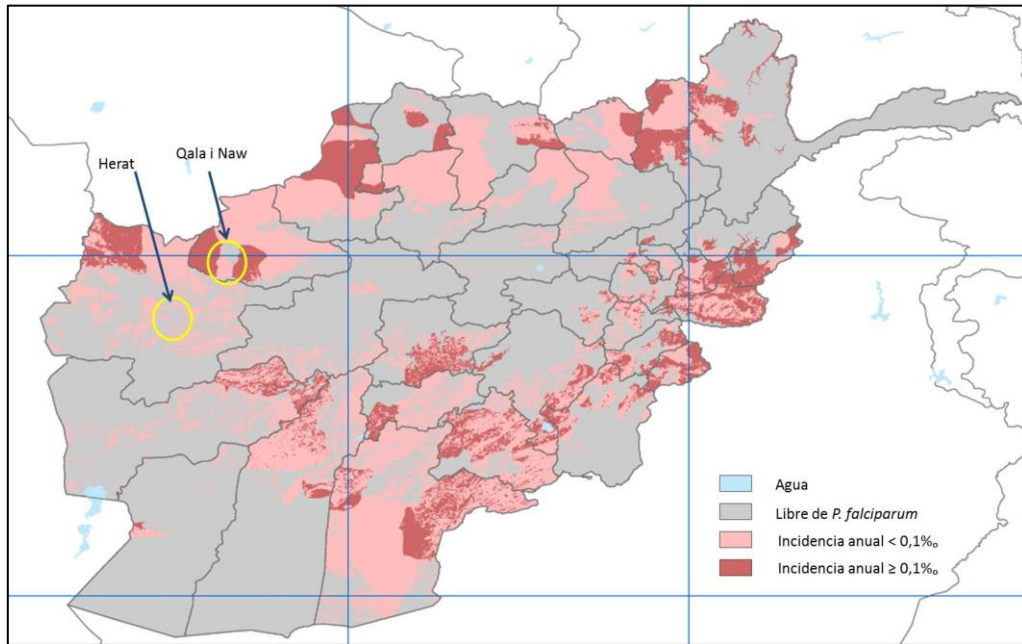


Figura III.12. Límites espaciales de la transmisión de malaria por *P. falciparum* en Afganistán en 2010 (GETHING y col., 2011).

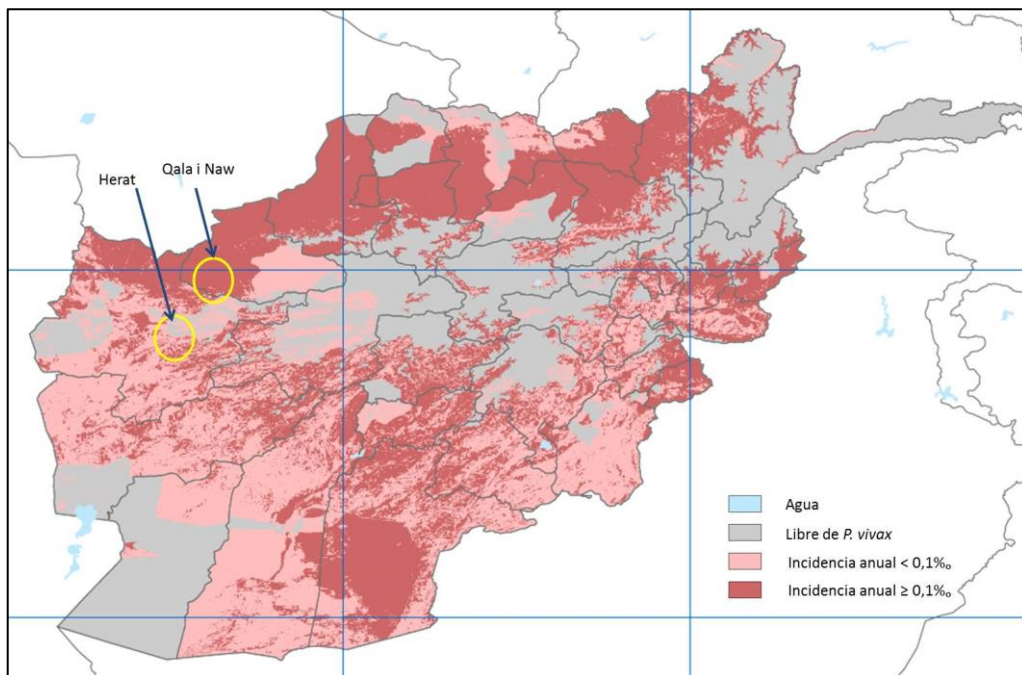


Figura III.13. Límites espaciales de la transmisión de malaria por *P. vivax* en Afganistán en 2010 (GUERRA y col., 2010).

### III.5.3.2. El vector.

Las especies de anofelinos responsables de la transmisión de la enfermedad en Afganistán son *An. stephensi*, *An. superpictus*, *An. fluviatilis*, *An. pulcherrimus*, *An. culicifacies* y *An. hyrcanus*. El papel de esta última especie se abordará en el apartado “Resultados”.

- *An. fluviatilis*: especie que prefiere para criar flujos lentos de agua corriente con vegetación, como la de arroyos o acequias de riego, pero también bordes de pantanos y lagos. Se encuentra ampliamente distribuida por Asia y citada como vector de malaria en las estribaciones montañosas de Irán e India, si bien, en muestreos realizados en Afganistán antes de los años 70, no se llegaron a detectar especímenes infectados (ZAHAR, 1990). Más recientemente sí ha sido posible la captura de ejemplares naturalmente infectados en el este del país (Nangahar), tanto por *P. vivax* como por *P. falciparum* (ROWLAND y col., 2002).
- *An. superpictus*: especie que se distribuye desde el mediterráneo hasta Pakistán e India (SCHAFFNER y col., 2001). En décadas pasadas fue considerado vector principal de *P. falciparum* en regiones del este del país, si bien en los años 70 prácticamente se consiguió su erradicación, siendo sustituido por otras especies como *An. stephensi* y *An. culicifacies* (KOLACZINSKI y col., 2005). Se trata de una especie que se alimenta tanto de humanos como de animales, en interiores y exteriores, presentando las hembras su máxima actividad al atardecer y después del crepúsculo (SCHAFFNER y col., 2001); las larvas, aunque pueden desarrollarse en charcas, canales de riego, campos de cultivo de arroz, etc., en general prefieren aguas más vivas de ríos de zonas de montaña, y este hecho explicaría la diferencia en la epidemiología de la malaria en Afganistán por *P. falciparum* y por *P. vivax*, asociada esta última fundamentalmente a zonas de campos de cultivo de arroz. *An. superpictus* ha sido citado en el noreste del país (Kunduz) y otras regiones en la década 2000-2010 infectado de forma natural por *P. falciparum* (FAULDE y col., 2008; COLEMAN y col., 2009a), y en la

- década de los 90, en el este (Nangahar) infectado por *P. falciparum* y *P. vivax* (ROWLAND y col., 2002).
- *An. pulcherrimus*: se trata de una especie que cría fundamentalmente en aguas estancadas y campos de cultivo de arroz, que presenta comportamientos tanto endofílicos como exofílicos, y que desempeñaría un papel importante como vector de malaria por *P. vivax*, pero que también podría jugar un papel secundario localmente en la transmisión de *P. falciparum*, en algunas regiones de cultivos de arroz del noreste del país (Kunduz) (FAULDE y col., 2008). Otros muestreos realizados en provincias del este (Nangahar), confirman su abundancia en zonas dedicadas al cultivo del arroz (ROWLAND y col., 2002; LESLIE y col., 2009b). Esta especie ha sido hallada en Afganistán infectada por *P. vivax* y *P. falciparum* (COLEMAN y col., 2009a).
  - *An. stephensi*: desarrolló resistencia al DDT (KOLACZINSKY y col., 2005) y está distribuido principalmente en regiones del este del país, existiendo citas en regiones del centro y sureste, concretamente en las provincias de Parwan y Khowst (RUEDA y col., 2008), así como en Nangahar, en la que se capturó abundantemente y donde se demostró la presencia de especímenes infectados por *P. vivax* y *P. falciparum* en condiciones naturales, pudiendo desarrollar un relevante papel como vector (ROWLAND y col., 2002).
  - *An. culicifacies*: desarrolló resistencia al DDT en los años 70, lo que se pudo comprobar en la provincia de Helmand, al suroeste del país, relacionándose con brotes de malaria en esa década (ESHGHY y NUSHIN, 1978). Ha sido también citada en otras regiones de Afganistán, como es el caso de Nangahar en el este, donde se ha encontrado infectada de forma natural (ROWLAND y col., 2002). Es uno de los más importantes vectores de malaria allí donde esté (BECKER y col., 2010).

### **III.5.4. Presencia de tropas en Afganistán.**

#### **III.5.4.1. Orígenes y situación actual.**

Las tropas españolas llevan desplegadas en Afganistán desde el año 2002, inicialmente en la capital Kabul y en la Base Aérea de Bagram en el marco de la operación “Libertad Duradera”, iniciada muy poco después de los atentados de las Torres Gemelas y, desde 2004, encuadradas en el Mando Regional Oeste (RC-W) en el marco de la operación “Reconstrucción de Afganistán”. Su objetivo principal es “apoyar al gobierno del país, conduciendo operaciones para reducir la capacidad de la insurgencia, apoyar el desarrollo de las fuerzas de seguridad afganas y facilitar las mejoras en la gobernabilidad y desarrollo socioeconómico, con la finalidad de proporcionar un entorno de seguridad que permita una estabilidad sostenible que sea perceptible por la población afgana”. En esta misión, nuestro país se halla junto a otros 49 países bajo mando de ISAF (International Security Assistance Force).

Hasta septiembre de 2013 han estado desplegados, bajo mando de ISAF, casi 1500 militares españoles y 40 guardias civiles distribuidos principalmente en las localidades de Qala i Naw (capital de la provincia de Badghis) y Herat, ambas en el RC-W. En Kabul se encuentran otros 150 militares españoles integrados en los cuarteles generales. En septiembre de 2013 se produjo la transferencia de la PSB de Qala i Naw al ejército afgano y el repliegue de los últimos efectivos españoles que allí permanecían.

#### **III.5.4.2. Incidencia de malaria en las tropas desplegadas.**

Durante el año el año 2009 se confirmaron 21 casos de malaria entre las tropas de ISAF desplegadas en Afganistán, de los que 17 correspondieron a la zona de influencia del Mando Regional Este (RC-E), 3 al Mando Regional de Kabul (RC-Capital) y 1 al Mando Regional Norte (RC-N) (ISAF, 2010). Durante 2010 esta cifra se incrementó, ya que se confirmaron 46 casos entre el personal de ISAF, aunque 6 de ellos se consideraron importados (ISAF, 2011).

Entre los componentes del ejército de Estados Unidos, también durante el año 2010, fueron diagnosticados un total de 58 casos de malaria, presumiblemente adquirida en Afganistán, lo que representa un 51 % del total

de casos de dicha enfermedad declarados ese año entre sus miembros a nivel mundial (MSMR, 2011). Estas cifras relativas a los militares norteamericanos, se vieron incrementadas durante 2011, año en el que se declararon 91 casos de malaria presumiblemente adquirida en Afganistán, lo que supone un 73% del total de casos en los diferentes despliegues en los que participaron, y es la cifra más alta en los últimos 8 años en ese país. De estos casos, un 37% fueron ocasionados por *P. vivax*, un 7% por *P. falciparum*, un 1% por *P. malariae*, mientras que el 55% restante tuvo un agente inespecífico (MSMR, 2012). Por el contrario, el año 2012 reflejó un descenso significativo en el número de casos de malaria entre las tropas de Estados Unidos en Afganistán, notificándose únicamente 24, la cifra más baja en los últimos 8 años. Como en las temporadas anteriores, la mayor parte de los casos se diagnosticaron entre los meses de mayo y octubre. Estas diferencias entre unos años y otros, pueden obedecer a diversos factores, pero sin duda influye el hecho de que el número de efectivos desplegados entre unos años y otros varíe sensiblemente. (MSMR, 2013).

#### **III.5.4.3. Medidas preventivas adoptadas.**

El Instituto de Medicina Preventiva de la Defensa (IMPDEF) es el órgano responsable dentro de las Fuerzas Armadas de la elaboración de los informes de inteligencia sanitaria previos a los despliegues, así como del asesoramiento en materia de medidas de medicina preventiva a adoptar por los efectivos militares que despliegan en ZO. En este sentido, las principales recomendaciones dictadas por el IMPDEF para los contingentes que despliegan en Afganistán en lo relativo al paludismo, se basan en lo que se conoce como el ABCD de dicha enfermedad recomendado por la OMS (WHO, 2009):

**Aware:** ser consciente del riesgo, período de incubación, sintomatología principal y posibles consecuencias de la enfermedad.

**Bitten:** evitar las picaduras de los mosquitos.

**Chemoprophylaxis:** tomar la quimioprofilaxis preventiva más adecuada a cada situación cuando ello se considere necesario.

**Diagnosis:** se refiere al diagnóstico temprano de la enfermedad para poder empezar el tratamiento apropiado rápidamente.

Para conseguir eficacia en la aplicación de estas recomendaciones, el primer paso es el de la información, siendo fundamental el consejo médico. En este sentido, los miembros de las Fuerzas Armadas reciben charlas previas al despliegue, en las que se informa sobre los riesgos sanitarios existentes en ZO, donde se incluye todo lo relativo a la prevención del paludismo. Entre los aspectos sobre los que se informa se incluyen aquellos orientados a evitar la picadura del mosquito (aspectos básicos sobre sus hábitos, importancia de protegerse mediante el empleo de redes mosquiteras preferiblemente impregnadas con permetrina en camas, dormir con las ventanas cerradas, emplear repelentes sobre la piel, especialmente los formulados con DEET, y sobre la ropa, y se informa sobre el uso de quimioprofilaxis antes, durante y después de la misión).

En lo referente a la quimioprofilaxis administrada en Afganistán, los criterios que sigue el IMPDEF son los recomendados por la OMS (WHO, 2012d), que considera que el riesgo en el país es de tipo IV lo que implica el uso de mefloquina o autovacuona-proguanil o doxiciclina, en función de las características de la misión e individuales; a ello se debe añadir la prevención contra la picadura de los mosquitos. Según las características de la misión y otras de tipo individual, se contemplan varias situaciones:

Cuando la permanencia en ZO va a ser  $\leq 3$  días, y la estancia se limita a un alojamiento que reúne adecuadas medidas de seguridad en cuanto a protección frente a mosquitos, no se recomienda quimioprofilaxis, pero hay que extremar la protección contra los mosquitos.

Si se va a permanecer en ZO entre 3-30 días, y existe riesgo de estar expuesto a picaduras, se recomienda autovacuona-proguanil junto con las medidas correspondientes frente a las picaduras de mosquitos. El tratamiento se debe mantener durante una semana tras el regreso.

En estancias superiores a un mes el fármaco recomendado es la mefloquina o la doxiciclina, más las medidas de protección contra los mosquitos. Ambos fármacos se mantienen hasta cuatro semanas después del regreso.

En líneas generales, y de acuerdo con el criterio de la autoridad sanitaria de ISAF en Afganistán -Medical Adviser CJMED- (ISAF, 2010), la quimioprofilaxis debe ser administrada entre los meses de abril y noviembre, y además de la administración de fármacos deben adoptarse unas medidas complementarias que incluyen:

- Eliminación de las zonas de cría de los mosquitos tales como canales de drenaje descubiertos, aguas estancadas, etc.
- Empleo de uniformes tratados con permetrina.
- Empleo de redes mosquiteras impregnadas con permetrina para dormir.
- No presentar zonas del cuerpo tales como brazos, piernas o cuello descubiertos, principalmente en las horas del atardecer y amanecer.
- Aplicación regular de repelentes de mosquitos sobre la piel.

#### **III.5.4.4. Problemas de la profilaxis.**

Lo primero que hay que considerar al analizar este apartado es que ninguna quimioprofilaxis contra la malaria ofrece una protección totalmente eficaz, pero bien administrada y combinada con el resto de medidas preventivas reduce significativamente el riesgo de padecer la enfermedad. Sin embargo, la administración de estos fármacos no está exenta de posibles efectos adversos o de contraindicaciones.

En relación a la falta de eficacia de los tratamientos, hay que señalar que una de las principales razones es el inadecuado cumplimiento de las correctas pautas de administración por parte del propio personal desplegado en ZO (SHAHA y col., 2013; KEENE y col., 2012; KOTWAL y col., 2005). Entre las principales causas que lo explican están la aparición de efectos secundarios, la falta de percepción de riesgo real al no observarse mosquitos o también el simple olvido por tener otras obligaciones (BRISSEON y BRISSEON, 2012).

La aparición de efectos no deseados es una de las principales razones a la hora de valorar si el tratamiento en ZO es realmente necesario, ya que como se ha visto en otros apartados, la epidemiología de la enfermedad en Afganistán es variable y no todas las regiones del país presentan el mismo riesgo. Se comentan a continuación los principales efectos no deseados de los fármacos recomendados:

- Autovacuona-proguanil: se presenta en forma de una combinación de dos fármacos, autovacuona, que actúa contra las formas eritrocíticas del parásito, y proguanil, que lo hace sobre los esquizontes tisulares. En general es bien tolerado, aunque en ocasiones aparecen efectos secundarios cuya intensidad no suele ser causa de abandono del tratamiento; los más frecuentes son dolor abdominal, náuseas, vómitos y cefaleas; no produce insomnio, ni pérdidas de atención o vigilancia, lo que es importante en el tipo de trabajo que pueden realizar los contingentes militares (SHANKS y col., 1998; SIMONS y col., 2005).
- Doxiciclina: es un antibiótico semisintético perteneciente al grupo de las tetraciclinas que presenta una buena absorción por vía oral. Se debe administrar diariamente, siendo en general bien tolerado, aunque en ocasiones provoca dolor epigástrico, náuseas, diarrea, esofagitis, alteración de la flora vaginal normal y posible desarrollo de candidiasis y foto-toxicidad dependiente de la dosis, lo que obliga a adoptar unas precauciones especiales en relación con la exposición al sol y la aplicación de protectores solares (FRANCO-PAREDES y SANTOS-PRECIADO, 2006). Se ha documentado la aparición de algunos de estos efectos en tropas de ISAF desplegadas en Afganistán (SONMEZ y col., 2005). Esto último es especialmente importante en dicho país debido a su climatología, especialmente en los meses cálidos y al tipo de trabajo que desarrolla nuestro contingente, con frecuencia al aire libre, formando parte de patrullas, en zonas desprotegidas y sin vegetación bajo la que resguardarse.
- Mefloquina: en general es un fármaco bien tolerado, sin embargo en ocasiones se presentan efectos secundarios que pueden obligar a



suspender el tratamiento. La mayoría de estos efectos están relacionados con problemas neurológicos que pueden ir desde pesadillas hasta desórdenes psiquiátricos; entre los más habituales se citan problemas de concentración, irritabilidad, vértigos, debilidad, dolor de cabeza e insomnio, existiendo además una serie de circunstancias que desaconsejan su empleo, tales como historial previo de problemas psiquiátricos (BARRET y col., 1996; HOPPERUS BUMA y col., 1996; NEVIN y col., 2008). Este tipo de posibles efectos no deseables hace que haya que valorar adecuadamente qué tipo de actividad va a desarrollar el personal militar al que se le va a administrar, puesto que existen algunas tareas en las que es fundamental un perfecto dominio mental además de físico.



## **IV. MATERIAL Y MÉTODOS**



## **IV.1. Descripción y caracterización del área de estudio.**

### **IV.1.1. Territorio nacional: Base Aérea de Torrejón.**

La BATO fue hasta 1992 una base de uso conjunto por las Fuerzas Armadas españolas y norteamericanas. En la actualidad es una base militar española, utilizada fundamentalmente por el Ejército del Aire, en la que también se ubica, merced a un acuerdo entre el Ministerio de Defensa y el de Fomento, una terminal de uso civil operada por Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea (AENA).

Hay que diferenciar por tanto las operaciones de vuelo exclusivamente civiles, dependientes de AENA, que se realizan en la BATO, y que durante el año 2012 ascendieron a un total de 11.220 operaciones, incluyendo entradas y salidas de vuelos, en las que se movieron 27.076 pasajeros (AENA, 2013), de las operaciones militares, entre las cuales se incluyen todos los vuelos que regresan de ZO, ya sea con personal o con carga. De ellos, durante el año 2012, los procedentes de Afganistán se elevaron a 67 (fuente propia). En el año 2012 se clausuró la terminal de AENA de uso civil, por lo que en 2013 dejaron de realizarse operaciones civiles en dicho aeropuerto, manteniéndose únicamente los vuelos operados por el Ejército del Aire.

#### **IV.1.1.1. Localización y biogeografía.**

La BATO ocupa unas 1100 ha de superficie y se halla situada junto al municipio de Torrejón de Ardoz (Madrid), a 22 km de la capital, en la margen derecha de la cuenca baja del río Henares, incluida en el llamado Corredor del Henares. Está delimitada por importantes vías de comunicación por carretera, como son la autovía A-2 al sur, la autopista R-2 al norte, las carreteras M-100, M-134 y M-203 al este y la M-108 al oeste. Al sur de la base, a menos de 1 km, se sitúa el municipio de Torrejón de Ardoz; al oeste linda con el Instituto Nacional de Técnicas Aeroespaciales (INTA); 4 km al norte se halla el municipio de Daganzo; y finalmente, al este se localizan diversas zonas industriales (Fig. IV.1).

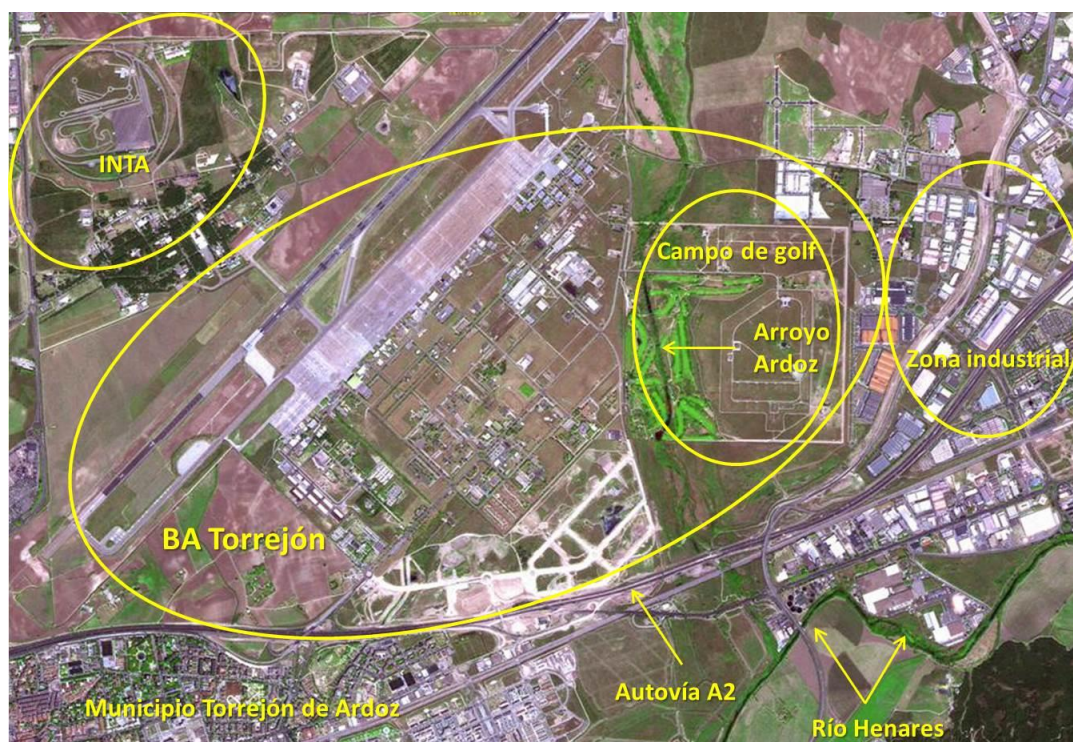


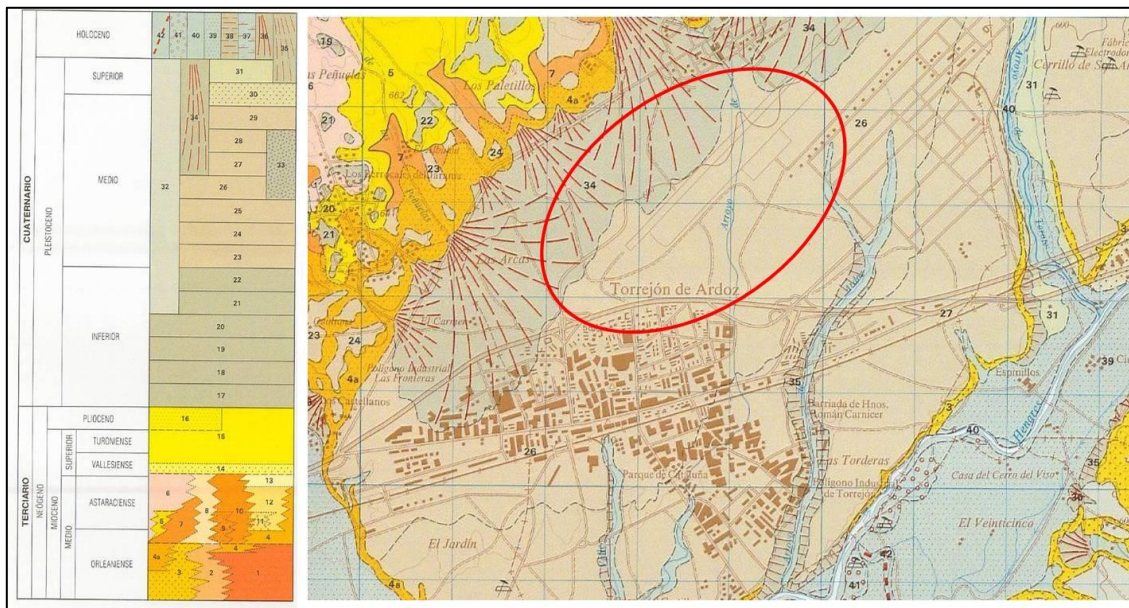
Figura IV.1. Imagen aérea de la BATO (óvalo principal), en la que se aprecia el campo de golf y zonas colindantes.

El Corredor del Henares es un espacio que se extiende de forma ovalada a lo largo de la autovía A-2, entre las provincias de Madrid y Guadalajara. Incluye 42 municipios, 24 pertenecientes a la Comunidad de Madrid y 18 a la de Guadalajara, que acogen un total de 760.000 habitantes. Todo este espacio está dotado de una importante capacidad de comunicación, tanto con el resto del territorio nacional como europeo, ya que a las carreteras de gran capacidad, hay que sumar el ferrocarril y los aeropuertos de Madrid-Barajas y Madrid-Torrejón, éste último dentro de la propia BATO. (DEL RÍO y RODRÍGUEZ MOYA, 2009).

La cuenca del río Henares está limitada en su cabecera noroeste por el Sistema Central y en la noreste, donde nace propiamente el Henares, por el Sistema Ibérico.

En la margen izquierda de la cuenca media y baja del río Henares, denominada “alcarria”, predominan los páramos formados por calizas en su parte superior, con empinadas laderas que desembocan en pasillos aluviales.

La margen derecha de dicha cuenca, en la que está situada la BATO, recibe el nombre de “campiña”, y se caracteriza por su aterrazamiento formado por los depósitos de llanura aluvial excavados por el cauce (CAMARGO, 2006). La BATO se asienta fundamentalmente sobre materiales de origen cuaternario, tal y como se puede apreciar en el detalle del mapa geológico de Alcalá de Henares, del Instituto Geológico y Minero de España, en el que los terrenos correspondientes a la Base aparecen señalados con un óvalo rojo (Fig. IV.2).



**Figura IV.2.** Detalle del mapa geológico de Alcalá de Henares en el que los terrenos correspondientes a la BATO se rodean con un óvalo (Fuente IGME).

El río Henares, pertenece a la subcuenca del Jarama, en el que desemboca a 8 km al suroeste de la BATO. Tiene alrededor de 180 km de longitud, naciendo en Sierra Ministra, situada en el límite provincial de Guadalajara y Soria. El Jarama, pertenece a su vez a la cuenca del río Tajo.

La BATO es atravesada en su extremo oriental por el río Torote, que discurre por ella a lo largo de 2 km en dirección norte-sur, antes de alcanzar la autovía A-2 y desembocar en el río Henares. Dicho río ha permitido que se desarrolle a su alrededor una abundante vegetación de ribera, constituida básicamente por un estrato arbóreo pluriespecífico, en el que predominan chopos y álamos (*Populus nigra* y *Populus alba*) y olmos siberianos (*Ulmus pumila*), estos últimos especialmente en el tramo en el que el río cruza el

campo de golf situado dentro de la base. Asimismo, a lo largo del río la vegetación se presenta también en forma de estrato arbustivo y herbáceo, perteneciente este último sobre todo al propio campo de golf.

Otro arroyo, el Ardoz, situado más hacia el oeste que el Torote, recoge las aguas del arroyo del Monte, el cual nace en la confluencia de los términos de Algete y Daganzo y atraviesa la base en dirección noroeste-sureste; es canalizado bajo las pistas y emerge junto a la antigua torre de control; a continuación discurre por la base en superficie a lo largo de 1 km. Una vez abandonada la base, desemboca también en el río Henares al sureste del municipio de Torrejón de Ardoz. Su caudal es bastante más escaso que el del Torote, llegando en algunos tramos a secarse completamente en las estaciones secas. Presenta también abundante vegetación de ribera, fundamentalmente compuesta por estrato arbustivo, excepto en algún tramo en el que predomina el estrato arbóreo representado por chopos.

#### **IV.1.1.2. Bioclimatología.**

Los factores climáticos a los que habitualmente se presta más atención, por tener una mayor influencia en los ciclos de los culícidos, son la temperatura y las precipitaciones. Su estudio permite dividir las diferentes regiones en función de termoclinas y ombroclimas respectivamente. Desde el punto de vista bioclimatológico, en la región Mediterránea, en la cual se halla la Comunidad de Madrid y por ende la BATO, se incluyen seis pisos bioclimáticos que se reseñan en la tabla IV.1, determinados por sus correspondientes intervalos termoclimáticos; a su vez, cada piso bioclimático, atendiendo a las precipitaciones se puede dividir en regiones ombroclimáticas, existiendo seis tipos posibles de ombroclima en España. Las precipitaciones medias anuales que los definen en la región Mediterránea se muestran en la tabla IV.2 (RIVAS-MARTÍNEZ, 1987).



Pisos bioclimáticos Región Mediterránea	Intervalos termoclimáticos
Criomediterráneo	$T < 4^{\circ}$ , $m < -7^{\circ}$ , $M < 0^{\circ}$
Oromediterráneo	$T 4^{\circ}$ a $8^{\circ}$ , $m -7^{\circ}$ a $-4^{\circ}$ , $M 0^{\circ}$ a $3^{\circ}$
Supramediterráneo	$T 8^{\circ}$ a $13^{\circ}$ , $m -4^{\circ}$ a $-1^{\circ}$ , $M 3^{\circ}$ a $8^{\circ}$
Mesomediterráneo	$T 13^{\circ}$ a $17^{\circ}$ , $m -1^{\circ}$ a $5^{\circ}$ , $M 8^{\circ}$ a $14^{\circ}$
Termomediterráneo	$T 17^{\circ}$ a $19^{\circ}$ , $m 5^{\circ}$ a $10^{\circ}$ , $M 14^{\circ}$ a $18^{\circ}$
Inframediterráneo	$T > 19^{\circ}$ , $m > 11^{\circ}$ , $M > 18^{\circ}$

Tabla IV.1. Pisos bioclimáticos de la región Mediterránea y sus correspondientes intervalos bioclimáticos. Temperatura media anual (T). Media de las mínimas del mes más frío (m). Media de las máximas del mes más frío (M).

Ombroclima	Precipitación media anual
Árido	>200 mm
Semiárido	200-350 mm
Seco	350-600 mm
Subhúmedo	600-1000 mm
Húmedo	1000-1600 mm
Hiperhúmedo	>1600 mm

Tabla IV.2. Tipos de ombroclima posibles en España.

De acuerdo con los datos climatológicos correspondientes al periodo 1981-2010 para el observatorio de Torrejón de Ardoz (Tabla IV.3), la temperatura media anual (T) fue de  $14,7^{\circ}$  C; la temperatura media de las mínimas del mes más frío (m) fue de  $0,5^{\circ}$  C; y la temperatura media de las máximas del mes más frío (M) fue de  $10,8^{\circ}$  C; en lo relativo a las precipitaciones, la precipitación anual media fue de 385,4 mm, siendo octubre el mes más lluvioso, seguido por noviembre y mayo (AEMET, 2012). Por lo tanto, cabría clasificar el área de estudio en el piso bioclimático **mesomediterráneo**, y en función de las precipitaciones, encuadrarla en el **ombroclima seco**.

Mes	T	TM	Tm	P
Enero	5,6	10,8	0,5	28,6
Febrero	7,3	13,1	1,4	30,8
Marzo	10,5	17,1	3,8	23,1
Abril	12,4	18,8	5,9	39,8
Mayo	16,4	23,2	9,6	48,1
Junio	21,9	29,6	14,1	19,3
Julio	25,2	33,3	17,1	13,3
Agosto	24,8	32,7	16,9	8,7
Septiembre	20,6	27,8	13,4	24,6
Octubre	15,0	21,0	9,0	50,1
Noviembre	9,6	14,8	4,3	48,8
Diciembre	6,4	11,0	1,7	42,1
Año	14,7	21,1	8,2	385,4

Tabla IV.3. Datos climatológicos Torrejón de Ardoz (1981-2010). Adaptado de “Guía resumida del clima en España 1981-2010” (AEMET, 2012). Temperatura media mensual/anual (°C) (T). Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C) (TM). Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C) (Tm). Precipitación media/anual media (mm) (P).

Más recientemente, el mismo autor ha propuesto una clasificación en la que la unidad tipológica de mayor rango de la clasificación bioclimática se denomina macrobioclima, el cual está delimitado por valores latitudinales, climáticos y de vegetación; en el caso concreto de Torrejón de Ardoz queda clasificado como macrobioclima **mediterráneo**. Dentro de éste, en función de la continentalidad y del índice ombrotérmico, se incluye en el bioclima **pluviestacional oceánico**. Además, para la determinación de los pisos bioclimáticos, se tienen en cuenta factores termoclimáticos y ombroclimáticos. Dentro de cada piso bioclimático a su vez, puede ser necesario distinguir una mitad superior e inferior de los intervalos térmicos y ómbricos, denominadas horizontes bioclimáticos termotípicos y ombrotípicos (RIVAS-MARTÍNEZ, 2009).

- Factores termoclimáticos: dentro del macrobioclima mediterráneo se admite una secuencia altitudinal o latitudinal de termotipos (infra-, termo-meso-, supra-, oro-, crioro- y gélido). Para el cálculo del horizonte termotípico de Torrejón de Ardoz hay que tener en cuenta el índice de termicidad ( $It = [T+M+m] \times 10$ ) donde:

T: temperatura media anual en grados centígrados.

M: temperatura media de las máximas del mes más frío.

m: temperatura media de las mínimas del mes más frío.

Aplicando dicha fórmula,  $It = (14,7+10,8+0,5) \times 10 = 260$ , pero para calcular los valores termoclimáticos de localidades situadas a más de 200 m de altitud que se hallen entre los paralelos  $23^\circ$  y  $48^\circ$ , debe aplicarse el índice de termicidad compensado (Itc), para lo que hay añadir por cada 100 m que supere dicha altitud,  $0,6^\circ\text{C}$  a la temperatura media anual (T),  $0,5^\circ\text{C}$  a la temperatura media de las máximas del mes más frío (M) y 13 unidades al índice de termicidad (It). Según este último cálculo,  $Itc = [(14,7+2,4) + (10,8+2) + 0,5] \times 10 = 304 + 13 = 327$ . Este valor permite, de acuerdo con las tablas propuestas por RIVAS-MARTÍNEZ (2009), incluir esta localidad en el horizonte termotípico **mesomediterráneo inferior**.

- Factores ombroclimáticos: para el establecimiento de los tipos y horizontes ómbricos, el mismo autor propone la sustitución de los datos de precipitación media por los índices ombrotérmicos anual (Io) y mensual (Iom), de tal forma que  $Io = (Pp/Tp) \times 10$  y  $Iom = (Pi/Tpi) \times 10$ , donde:

Pp: precipitación positiva anual de los meses de temperatura media mensual  $> 0^\circ$ .

Tp: temperatura positiva anual; suma en décimas de grados centígrados de las temperaturas medias mensuales  $> 0^\circ$ .

Pi: precipitación media mensual, siendo i: 1 = enero,...,12 = diciembre.

Tpi: temperatura positiva mensual, siendo i: 1 = enero,...,12 = diciembre, en décimas de grados centígrados.

Por consiguiente, aplicando en dichas fórmulas los valores climatológicos correspondientes al periodo 1981-2010, los resultados serían:  $Pp = 385,4$ ;  $Tp = 1757$ ;  $Pi = 32,1$ ;  $Tpi = 147$ ; lo que daría como resultado:  $Io = 2,19$ ;  $Iom = 2,18$ . Según estos valores, y teniendo en consideración las tablas propuestas por el autor, el horizonte ómbrico u ombroclima correspondiente a Torrejon de Ardoz sería el **seco inferior** (RIVAS-MARTÍNEZ, 2009).

La vegetación predominante dentro de la BATO es la herbácea, como suele corresponder a zonas aeroportuarias, si bien según la clasificación fitoclimática de esta región, estaría incluida en el clima mediterráneo subnival en la variante más fresca; se asociaría a bosques planiperennifolios esclerófilos de tipo medio mediterráneo (fundamentalmente con *Quercus ilex rotundifolia*), aunque potencialmente podrían también darse encinares manchegos con quejigo (*Quercus faginea*) correspondientes a la serie castellano-alcarreño-manchego basófila (ALLÚE ANDRADE, 1990).

#### IV.1.2. Zona de Operaciones. Afganistán. Biogeografía.

Afganistán es un país situado en Asia Central, sin salida al mar y que tiene fronteras con Irán al oeste, Pakistán al sur y este, China al noreste, Tayikistán y Uzbekistán al norte y con Turkmenistán al noroeste. Su superficie es de 647.497 Km<sup>2</sup> (Fig. IV.3).



Figura IV.3. Mapa físico de Afganistán en el que se muestran los países colindantes.

Con una población total cercana a los 30 millones de habitantes, es un país fundamentalmente rural, si bien las zonas urbanas están creciendo rápidamente en las últimas décadas; así, mientras que en 1975 la población

urbana era sólo del 13,3%, en 2011 alcanzaba ya el 23,5 %, y se espera que en 2050 llegue al 43,4% (UN, 2012).

Desde el punto de vista físico la principal característica del país consiste en la existencia de grandes macizos montañosos y zonas desérticas y llanuras. Los primeros están representados principalmente por la cordillera del Hindu Kush de unos 1000 Km de longitud y 240 Km de anchura, que presenta una altura media de 4500 m y una altura máxima de 7484 m en el Monte Nowshak. Se extiende desde el noreste, hacia el suroeste, terminando propiamente en la región situada al noreste de Kabul, en cuyas proximidades alcanza todavía alturas que oscilan entre 4500 y 6000 m. A partir del Hindu Kush irradian otros macizos, hacia el este como es el caso del Safed Koh, que forma parte de la frontera con Pakistán, o hacia el norte, si nos referimos a la cordillera Paropamisus. Entre las zonas llanas, destacan las llanuras septentrionales que se extienden hacia las fronteras con Irán y Tayikistán, en las faldas del Pamir, de suelos muy fértiles y donde se concentra la mayor parte de la producción agrícola del país. El resto de zonas de llanura lo componen las altas mesetas áridas (desérticas o semidesérticas) en el sur y suroeste y las tierras bajas de Herat y Farah en el oeste (UNEP, 2008).

La fuente principal de la mayor parte del agua superficial de Afganistán procede del deshielo de la nieve recogida durante el invierno en los grandes sistemas montañosos, principalmente de la cordillera del Hindu Kush. Ello da lugar a la formación de ocho cuencas hidrológicas con origen en dicha cadena. Gran parte de los ríos que se forman se distribuyen por el país desde el norte hacia el suroeste, aunque algunos como el Amu Daria lo hace por el norte, constituyendo la frontera con Uzbequistán y Tayikistán. Los principales ríos son el Kabul, el Amu Daria, el Harirud, el Helmand, el Murgab, el Chamkani o Kurram, el Gowmal y el Pishin Lora (UNEP, 2008; CIFAS, 2009).

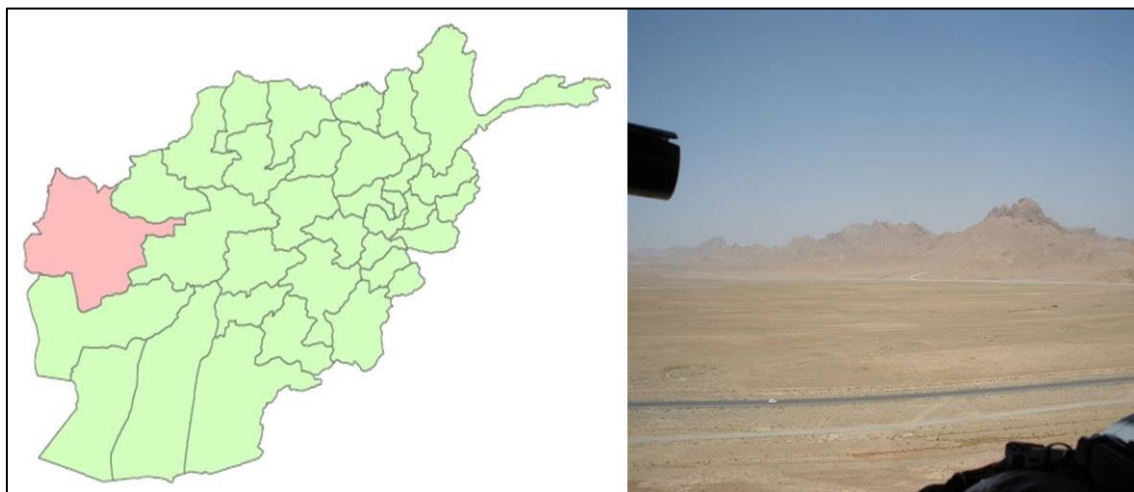
Afganistán se caracteriza por presentar un clima continental, con inviernos muy fríos y veranos calurosos, produciéndose la mayor parte de las precipitaciones durante el invierno y hasta el mes de abril. Existen grandes oscilaciones térmicas, tanto estacionales como diariamente. No obstante, la gran diversidad orográfica que presenta el país, con áreas desérticas o

semidesérticas, zonas montañosas y profundos valles en algunas regiones, hacen que la climatología varíe enormemente de unas zonas a otras. Así las zonas fronterizas con Pakistán, en el este, caen bajo la influencia de los monzones de la India durante el verano, mientras que en las regiones montañosas del noreste, el clima presenta características subárticas con inviernos muy fríos y secos. En las regiones del sur y suroeste las precipitaciones son muy escasas a lo largo del año y los vientos, especialmente de componente norte y noroeste, arrecian especialmente durante el verano; ello hace que, junto a unas temperaturas sofocantes en esta estación, la aridez llegue a ser extrema.

#### **IV.1.2.1. Base de Apoyo Avanzado (FSB) de Herat.**

##### **IV.1.2.1.1. Localización.**

La FSB de Herat, se halla situada en la provincia de Herat, en el distrito de Guzara, junto al aeropuerto civil de Herat y a unos 6 Km al sur de la ciudad, capital de la provincia. La altitud es de 964 m. Junto a ella, al oeste, y al otro lado de la carretera que conduce a Kandahar, se localiza el principal polígono industrial de la ciudad (Figs. IV.4 y IV.5).



**Figura IV.4.** Mapa provincial de Afganistán en el que se señala en diferente color la provincia de Herat y foto aérea de los alrededores de la FSB cuyas características son semidesérticas.

La Base se halla dividida en dos grandes áreas, la italiana y la española, si bien no son las dos únicas nacionalidades presentes en la misma; en ella se alojan unos 2000 militares, de los cuales aproximadamente 300 son españoles. Está enclavada en una planicie de características semidesérticas, con muy escasa vegetación, básicamente herbácea, que se seca completamente pasada la primavera; sin embargo, el río Harirud, que atraviesa la ciudad de Herat y que se localiza al norte de la Base, se halla tan solo a 6 Km de ésta, y las primeras zonas habitadas en las que existen huertos y se practica el regadío, a unos 3 Km.



Figura IV.5. Imagen aérea de la FSB y áreas colindantes. (1) perímetro de la FSB en el que se incluyen en óvalos amarillos la zona de vida y el aeropuerto civil de Herat. (2) Zona industrial de Herat. (3) Primeras zonas habitadas de la ciudad de Herat; obsérvese en este caso el cambio de coloración debido a la existencia de vegetación

#### IV.1.2.1.2. Características físicas y biogeográficas de la provincia de Herat.

La provincia de Herat se ubica en la región occidental de Afganistán, compartiendo 120 Km de frontera con Irán en el oeste y 110 Km con Turkmenistán en el norte.

En líneas generales las condiciones orográficas y climatológicas de la provincia de Herat hacen que grandes extensiones de tierra presenten unas características desérticas o semidesérticas, con una cubierta vegetal escasa y



representada en su mayor parte por una muy dispersa vegetación herbácea, que se mantiene verde únicamente durante la primavera, y que se ve salpicada por arbustos adaptados a la escasez de agua. No obstante, en determinadas zonas de la región, más húmedas por la influencia de grandes ríos, las condiciones son algo diferentes.

La provincia se halla situada en una zona de las conocidas como “llanuras del norte”, que alcanzan las estribaciones finales occidentales del Hindu Kush, situadas hacia el este de la provincia, alcanzándose aquí elevaciones de entre 2500 y 3000 m, con una cota máxima de 3598 m correspondiente al pico Kokhi-Asmani.

Al norte, y atravesando la provincia desde noroeste hacia sureste, se localiza la cordillera del Safed Koh, con alturas medias de entre 1100 y 2000 m y una cota máxima de 2103 m. La vegetación aquí está representada principalmente por coníferas (pinos, cedros y abetos), pero también por robles e incluso hayas.

La zona fronteriza con Irán, en el oeste de la provincia, forma una unidad con la altiplanicie situada al noreste de aquel país, existiendo aquí elevaciones medias de 1100 a 1700 m. Diferentes cuencas vierten sus aguas en el valle del río Harirud que, procedente de la provincia de Bamiyan, atraviesa la ciudad de Herat y termina conformando la frontera con Irán. Su profundidad no es grande a su paso por la provincia, oscilando entre valores medios de 1 y 1,5 m, si bien la anchura es considerable, variando entre 35 y 75 m en la zona oriental y entre 80 y 300 m en la región central y más occidental. Su caudal máximo se alcanza en primavera, y el mínimo a partir de julio y hasta enero. Existen otros ríos en la provincia, pero son de escaso caudal y normalmente se secan completamente durante el verano. La influencia del Harirud permite la existencia de numerosas extensiones dedicadas al regadío en toda esta zona, dedicándose los cultivos principalmente a cereales como trigo, cebada o arroz, si bien este último ha descendido notablemente en los últimos veinte años debido a la escasez de agua (MRRD, 2006a). Se producen también en áreas de regadío leguminosas como judías y guisantes, y en las proximidades de zonas pobladas existen pequeños viñedos, así como plantaciones de opio. La vegetación natural



derivada de la existencia de este valle está representada por sauces, plataneros y nogales, entre otro arbolado.

El sur de la provincia es más bien plana con elevaciones no muy pronunciadas, descendiendo hacia la cuenca del río Shindand, que atraviesa la ciudad del mismo nombre.

#### IV.1.2.1.3. Bioclimatología.

De acuerdo con la serie de datos correspondiente a 1962-1980 (RIVAS-MARTÍNEZ, 2009), en la FSB de Herat se da un macrobioclima **mediterráneo**, y dentro de éste, en función de la continentalidad y del índice ombrotérmico, le corresponde el bioclima **xérico continental**, con grandes variaciones de temperatura, tanto estacionales como diarias y con precipitaciones escasas a lo largo del año. A continuación, para la determinación de los pisos bioclimáticos, se tienen en cuenta factores termoclimáticos y ombroclimáticos.

Factores termoclimáticos: aplicando las correspondientes compensaciones debidas a la altitud, el horizonte termotípico que corresponde a la FSB de Herat es **mesomediterráneo inferior**. Según se puede observar en la tabla IV.4, la temperatura media anual es de 15,8° C, observándose como se ha comentado, grandes oscilaciones térmicas. La temperatura media de las mínimas del mes más frío, que suele ser enero, es de -3,8° C; la temperatura media de los valores máximos del mes más frío alcanza 8,4° C. En cuanto al mes más caluroso, suele corresponder a julio, con valores medios dentro de las máximas de 36,5° C, pero con valores de temperaturas medias de las máximas absolutas de 44,4° C; durante este mes, y en general durante el verano, el valor medio de las mínimas no desciende de 21,3° C.

Mes	T	TM	Tm	P
Enero	1,7	8,4	-3,8	48
Febrero	4,9	12,3	-0,5	47
Marzo	10,3	17,4	3,6	54
Abril	15,4	23,2	8,9	48
Mayo	21,7	29,7	13,3	8
Junio	27,2	34,9	18,3	0
Julio	29,5	36,5	21,3	0
Agosto	27,5	35,0	19,0	0
Septiembre	22,3	31,1	12,9	0
Octubre	15,8	25,1	6,5	2
Noviembre	8,8	18,1	0,8	12
Diciembre	4,2	12,1	-1,8	33
Año	15,8	23,7	8,2	252

Tabla IV.4. Datos climatológicos Herat (1962-1980). Adaptado de “Sistema de clasificación Bioclimática Mundial” (RIVAS-MARTÍNEZ, 2009). Temperatura media mensual/anual (°C) (T). Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C) (TM). Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C) (Tm). Precipitación media/anual media (mm) (P).

Factores ombroclimáticos: teniendo en cuenta los datos correspondientes que se muestran en la tabla IV.4, a la FSB de Herat le corresponde el horizonte ómbrico **semiárido inferior**. Como se puede observar, las precipitaciones acumuladas a lo largo del año son escasas, con 252 mm de media. Además se acumulan principalmente entre los meses de diciembre y abril, siendo marzo el mes más lluvioso. Llama la atención que entre mayo y octubre se recogen únicamente 8 mm de media, siendo nulas las precipitaciones entre junio y septiembre. La acumulación de precipitaciones en determinadas épocas del año es un factor que podría ser importante en la proliferación de culícidos, ya que puede favorecer la formación de cuerpos de agua en los que aquellos efectúen la cría; sin embargo la no coincidencia de dichas precipitaciones con los períodos de temperatura más favorable, al producirse principalmente en las épocas más frías, junto con la baja humedad relativa de la estación calurosa y la elevada evaporación, hacen que sea raro hallar cuerpos de agua durante el periodo favorable a la cría de los mosquitos, exceptuando los de origen antrópico, tales como las aguas de la depuradora de la FSB.

#### IV.1.2.2. Base de Apoyo Provincial (PSB) de Qala i Naw

##### IV.1.2.2.1. Localización.

Bautizada como Base Ruy González de Clavijo, la PSB de Qala i Naw (Fig. IV.6) está situada en la provincia de Badghis, concretamente en el distrito de Qala i Naw, a las afueras de la ciudad del mismo nombre y junto a la pista del aeropuerto. Se halla a una altitud de 914 m. Sobre una superficie ondulada y rodeada por colinas, está construida en tres áreas escalonadas en altura, con un perímetro de 6 Km y ocupando una superficie de 70 hectáreas. Puede llegar a albergar a 1500 efectivos, si bien la fuerza en revista es de unos 600.



Figura IV.6. Imagen del escalón inferior de la Base Ruy González de Clavijo de Qala i Naw o PSB. Al fondo y al pie de las colinas se halla la localidad de Qala i Naw, separada de la PSB por la pista de aterrizaje.

#### IV.1.2.2.2. Características físicas y biogeográficas de la provincia de Badghis.

La provincia de Badghis, de 21858 Km<sup>2</sup>, limita al sur con la provincia de Herat, al este con la provincia de Ghor, al noreste con la de Faryab y al norte con Turkmenistán (Fig. IV.7).

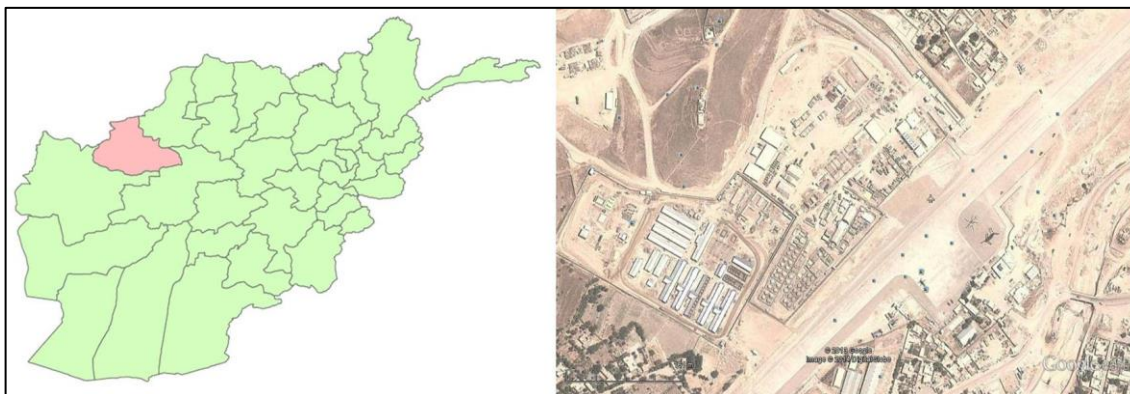


Figura IV.7 Mapa provincial de Afganistán en el que se señala en diferente color la provincia de Badghis y foto aérea de la PSB de Qala i Naw.

La provincia presenta un paisaje semidesértico, en general de suelos pedregosos y arcillosos, aunque en algunas zonas predominan los terrenos arenosos. En el norte la orografía es montañosa, debido a la presencia de la cordillera Ban-i-Turkestan, con cotas que alcanzan los 2200 m.

Los bosques son escasos en la región, aunque en el pasado existían importantes extensiones forestales, especialmente en el norte, entre los que destacaban los pistacheros o alfóncigos (árbol productor del pistacho), también presentes en el suroeste de la provincia, si bien diferentes factores como la guerra o el uso indiscriminado de la madera como combustible, han mermado en las últimas décadas la superficie arbolada de forma muy considerable (MRRD, 2006b). Otras masas arbóreas significativas están representadas por ejemplares del género *Juniperus* en el norte, y por cerezos y sauces, en este caso en las inmediaciones de los ríos. En general, la mayor parte de la vegetación está compuesta por el estrato herbáceo y arbustivo, sobre todo de tipo xerófilo.

Los principales cultivos son de secano, basados en el cereal (trigo y cebada) y dependientes de las aguas de lluvia. En el pasado fue importante la

producción de algodón y de sésamo con sistemas de regadío, pero en la actualidad están dañados. También existe una cierta producción de maíz que se emplea como forraje (MRRD, 2006b).

De los ríos presentes en la provincia, el de mayor importancia por su caudal es el río Murghab, que se origina en el centro del país y termina en el vecino Turkmenistán, con anchuras máximas de entre 50 y 90 m y una profundidad de 1 m. Su mayor caudal se alcanza durante la época de lluvias que coincide con la primavera, dando lugar con frecuencia a fuertes crecidas. Otros ríos importantes son el Darya-ye Koshk y el Galachashma, con anchuras de hasta 50 m y profundidad de 1 m (CIFAS, 2009).

#### IV.1.2.2.3. Bioclimatología.

Por la latitud en la que se halla Qala i Naw, le corresponde el macrobioclima **mediterráneo**, y dentro de éste, de acuerdo con los datos de que disponemos para Qala i Naw (WMO, 1996), el bioclima es el **pluviestacional continental**.

También en este caso, al igual que en la FSB de Herat, tendremos en cuenta los factores termoclimáticos y ombroclimáticos para la determinación de los pisos bioclimáticos.

Factores termoclimáticos: una vez tenidas en cuenta las compensaciones debidas a la altitud, el horizonte termotípico que corresponde a la PSB de Qala i Naw es el **mesomediterráneo superior**. La temperatura media anual es de 14° C, y se observa un índice de continentalidad (Ic), esto es, la diferencia entre la temperatura media del mes más cálido y la media del mes más frío, muy acusado, superando los 28° C. El mes más cálido es julio, en el que se ha registrado una media de las máximas de 35,8° C. Por el contrario, en el mes más frío, que resulta ser enero se registra una media de las mínimas de -4° C. La temperatura media de los valores máximos del mes de enero alcanza 8,4° C (tabla IV.5).

Mes	T	TM	Tm	P
Enero	0,1	6,3	-4,0	64
Febrero	2,4	7,4	-2,4	77
Marzo	3,6	14,9	2,9	98
Abril	15,1	21,9	8,9	47
Mayo	20,8	29,0	12,0	12
Junio	25,8	33,7	15,8	0
Julio	28,2	35,8	18,2	0
Agosto	25,3	33,5	16,1	0
Septiembre	20,5	29,0	10,0	1
Octubre	14,0	23,0	5,0	7
Noviembre	8,6	16,7	1,8	18
Diciembre	3,9	10,2	-0,8	53
Año	14,0	21,8	7,0	377

Tabla IV.5. Datos climatológicos Qala i Naw. Adaptado de “Climatological Normals (CLINO) for the Period 1961-1990” (WMO, 1996). Temperatura media mensual/anual (°C) (T). Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C) (TM). Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C) (Tm). Precipitación media/anual media (mm) (P).

Factores ombroclimáticos: a la vista de los datos de la tabla IV.5 se observa que la mayor parte de las precipitaciones anuales se acumulan en los cinco meses que van de diciembre a abril, siendo el mes más lluvioso el de marzo, en el que se llegan a acumular casi 100 mm de media, con precipitaciones realmente torrenciales que provocan en muchos casos inundaciones y desbordamiento de los ríos (Fig. IV.8). De junio a septiembre las precipitaciones son prácticamente nulas, por lo que, al igual que se ha comentado para el caso de la FSB de Herat, resulta casi imposible que se formen cuerpos de agua de origen natural en la estación favorable al desarrollo de los culícidos. Del análisis de los datos de dicha tabla, se colige que la PSB de Qalai Naw se encuentra situada en el horizonte ómbrico **seco inferior**, con una pluviometría superior a la de la FSB de Herat, alcanzando las precipitaciones anuales acumuladas 377 mm.



Figura IV.8 Las lluvias torrenciales que habitualmente se producen durante el mes de marzo provocaban con frecuencia el desbordamiento de los ríos y la inundación de zonas de la PSB.

## **IV.2. Material y metodología para las capturas entomológicas.**

### **IV.2.1. Base Aérea de Torrejón.**

En la realización de este estudio se utilizaron trampas mini CDC con luz blanca y ultravioleta para la captura de mosquitos adultos y trampas de oviposición para la recogida de huevos.

Las trampas mini CDC disponen de una fuente de luz (blanca o ultravioleta), un ventilador, una red y un receptáculo (Fig. IV.9), y son alimentadas por una batería recargable. Los mosquitos son atraídos por la fuente de luz y succionados por la fuerza del ventilador hacia el interior del receptáculo, de donde no pueden escapar debido a la corriente de aire hacia abajo producida por el ventilador. El dispositivo puede ser operado manualmente, empezando a funcionar la luz y el ventilador al ser conectado a la batería; o bien funcionar en modo automático, que permite, merced a una



célula fotoeléctrica, que no se activen el ventilador ni la bombilla hasta que la luz del ambiente no disminuye su intensidad; esto permite no gastar batería inútilmente.



**Figura IV.9 Modelo de trampa mini CDC. En la parte superior, justo debajo de la superficie circular negra que sirve de protección, se sitúa la fuente de luz, y más abajo el ventilador que succiona hacia la malla y receptáculo inferior.**

Las trampas eran colocadas durante el día y recogidas al día siguiente por la mañana. Una vez recogido el receptáculo con las capturas, éste era introducido en un congelador a  $-20^{\circ}\text{C}$ , donde permanecía al menos durante dos horas para asegurar la muerte de los mosquitos. A continuación se vaciaba su contenido sobre un papel de filtro para proceder a la identificación de las especies de culícidos, que eran separados del resto del material. Para llevar a cabo dicha identificación, se estudiaron los caracteres morfológicos propuestos



por ENCINAS GRANDES (1982), HARBACH (1988) y MELERO ALCÍBAR (2004).

Las trampas de oviposición son muy sencillas y están indicadas para la vigilancia de *Aedes* sp. (ECDC, 2012). Consisten en un pequeño recipiente cilíndrico de color negro y tamaño variable, aunque las empleadas en la BATO miden 8 cm de ancho y 12 cm de alto (Fig. IV.10). Están abiertas en la parte superior y en el interior se sitúa verticalmente una tira de conglomerado de madera de 3 por 12 cm; esta tira presenta una de sus superficies más rugosa, que es la que se orienta hacia el interior del recipiente. Se rellena con agua hasta el tercio superior (unos 200 ml) sin llegar a cubrir completamente la tira de madera. Habitualmente las hembras de Aedinos depositan los huevos justo por encima de la línea de agua en la parte rugosa de la tira de madera. Periódicamente, aproximadamente una vez cada 10-15 días, se revisan y cambian las tiras de madera rellenando nuevamente con agua los recipientes. En caso de resultar positivo el muestreo, la tira con los huevos se lleva al laboratorio para permitir el desarrollo de los mismos hasta el estadio larvario o adulto y proceder a su identificación.



**Figura IV.10** Modelo de trampa de oviposición con la tira de madera en su interior, Se rellena con agua hasta el tercio superior.

Para la **ubicación geográfica** de los diferentes puntos de muestreo, en una fase previa, se realizaron visitas al área de estudio, tratando de seleccionar zonas en las que hubiera manchas de agua representativas y abarcar el máximo de superficie a estudiar, ya que la mayor parte de la BATO está ocupada por extensiones herbáceas, principalmente secas en la estación favorable al desarrollo de los mosquitos, y en las que la escasez arbustiva y arborícola junto con la falta de humedad, hacen improbable la presencia de dichos insectos. Asimismo se localizaron posibles lugares de refugio de adultos (hangares situados cerca de pistas y en los que habitualmente se almacena carga procedente de zonas de riesgo).

El resultado final fue la elección de **6 puntos de muestreo** en los que se presume posible la captura de ejemplares pertenecientes a poblaciones establecidas o con posibilidades de establecimiento, bien debido a la existencia de manchas de agua con su correspondiente vegetación asociada, o al disponer de posibles sitios de refugio como es el caso de los hangares donde se guarda la carga de los aviones. Durante el año 2008, la frecuencia de los muestreos en los diferentes puntos en la BATO se estableció con carácter mensual. En los años siguientes, se muestreó con carácter quincenal, de manera que se completase el ciclo de las diferentes generaciones de mosquitos.

En el año 2009 se desecharon los puntos T1, T3 y T6, y se añadió uno nuevo al que se denominó T4B. En el año 2010, se eliminó el punto T4B, siendo sustituido por el denominado T4C. En la Figura IV.11 se muestra la ubicación de los puntos de muestreo T4, T4B y T4C, a lo largo del arroyo Ardoz; obsérvese la abundante vegetación asociada al mismo en claro contraste con la ausencia de árboles y arbustos de los alrededores, y que es característica de la mayor parte de la superficie de la base, exceptuando la zona del campo de golf por el que discurre el arroyo Torote, también con adecuadas condiciones de humedad que permiten el desarrollo de abundante vegetación, y en el que también se seleccionaron puntos de muestreo. Adviértase asimismo la cercanía a la pista de aterrizaje (esquina superior izquierda de la imagen) de los puntos seleccionados. Durante el año 2013 se comenzaron a utilizar trampas de oviposición de manera paralela a las trampas

mini CDC ya comentadas; en concreto se situaron 3 dispositivos de este tipo en los puntos T4, T4C y T5, eligiendo para ello zonas en el suelo adecuadamente resguardadas del viento y relativamente protegidas por vegetación.



Figura IV.11 Puntos de muestreo T4, T4B y T4C a lo largo del arroyo Ardoz. Se puede apreciar la vegetación riparia asociada al arroyo en claro contraste con la vegetación herbácea que predomina en la BATO.

A continuación se abordan con mayor detalle los puntos seleccionados:

### Punto T1

**Coordenadas de localización:** N 40° 28' 59.90 – W 3° 27' 04.63

**Período de muestreo:** mayo-septiembre 2008.

**Descripción del punto y situación de la trampa:** punto de muestreo situado en el interior de un hangar localizado junto a la pista, y que sirve para el almacenamiento de mercancía. La trampa CDC se colgaba aproximadamente a 1,5 m de altura en una de las estanterías en la que se apila la carga que se transporta en las aeronaves (Fig. IV.12).



Figura IV.12 Punto de muestreo T1 en el interior de un hangar y trampa CDC utilizada en el mismo.

## Punto T2

**Coordenadas de localización:** N 40° 28' 46.66 – W 3° 27' 06.78

**Período de muestreo:** mayo-septiembre 2008; abril-octubre 2009; mayo-septiembre 2010; mayo-septiembre 2011; mayo-septiembre 2012; mayo-septiembre 2013.

**Descripción del punto y situación de la trampa:** el punto de muestreo se sitúa en el interior de un hangar cercano al anterior, también situado junto a la pista. En dicho hangar se almacena temporalmente carga procedente de ZO, especialmente, en los años en los que se viene realizando el muestreo, carga procedente de Afganistán. La trampa se colgaba de una estantería a una altura de 1,5 m (Fig IV.13).



Figura IV.13 Punto de muestreo T2 en el interior del hangar donde principalmente se almacenaba la carga procedente de Afganistán. A la derecha se muestra la trampa CDC y en la parte de la izquierda se observa el exterior del edificio.

### Punto T3

**Coordenadas de localización:** N 40° 29' 03.90 – W 3° 26' 59.91

**Período de muestreo:** mayo-septiembre 2008.

**Descripción del punto y situación de la trampa:** también en este caso la trampa CDC se situaba en el interior de otro hangar para el almacenamiento de mercancía, colgada de una estantería a una altura aproximada de 1,5 m. Este hangar, como en los casos anteriores, se halla localizado junto a la pista (Fig. IV.14).



Figura IV.14 Punto de muestreo T3 en el interior de un hangar en el que solo se muestreó durante 2008. La trampa CDC se halla colgada de la estantería.

### Punto T4

**Coordenadas de localización:** N 40° 28' 50.95 – W 3° 27' 11.76

**Período de muestreo:** mayo-septiembre 2008; abril-octubre 2009; mayo-septiembre 2010; mayo-septiembre 2011; mayo-septiembre 2012; mayo-septiembre 2013.

**Descripción del punto y situación de la trampa:** punto cercano al aparcamiento de la SATA (terminal de pasajeros) y a la pista, a 140 metros de los hangares en los que se guarda la carga procedente, entre otros orígenes, de ZO. Asimismo, se halla a unos 320 m de la terminal de AENA del aeropuerto Madrid-Torrejón, en el que operaban vuelos civiles de diversas procedencias. La trampa mini CDC se sitúa colgada de un pequeño árbol junto al arroyo Ardoz; dicho punto está rodeado de abundante vegetación, entre la que predominan juncos, especies arbustivas espinosas y árboles de ribera de



pequeño porte; se halla bastante protegido del viento, al estar en una zona de declive; el agua generalmente está limpia ya que, aunque de forma muy leve, se mantiene en movimiento existiendo una continua renovación. La profundidad oscila entre 10 y 20 cm, siendo el caudal variable, pero manteniendo algo de agua incluso en los meses de verano. La trampa de oviposición, utilizada en la temporada 2013, se localiza en el suelo, al lado del arroyo mencionado y también en una zona bien protegida (Fig. IV.15).



**Figura IV.15 Punto de muestreo T4.** En la imagen de la izquierda se puede apreciar su cercanía a la terminal de pasajeros (edificio de la parte superior); en la derecha se observa la trampa CDC junto al arroyo Ardoz, que permanecía con agua durante todo el verano.

En la Figura IV.16 se muestra la trampa de oviposición localizada en el punto T4.



**Figura IV.16 Trampa de oviposición colocada en el punto T4,** que se aprecia en la parte inferior izquierda de la imagen.

### Punto T4B

**Coordenadas de localización:** N 40° 28' 47.16 – W 3° 27' 07.76

**Período de muestreo:** abril-octubre 2009; 2009 fue el único año en el que se muestreó en este punto, al observarse que el arroyo permanecía seco durante toda la época de muestreos.

**Descripción del punto y situación de la trampa:** se trata del mismo arroyo que el del punto T4, unos 90 m aguas abajo. La trampa de captura se sitúa colgada de un árbol de escasa altura a 1,5 m del suelo, junto al cauce del arroyo (Fig. IV.17), que en este punto no lleva agua en superficie en las épocas en las que se hacen los muestreos; el agua vuelve a rebrotar cerca del punto T4C. La vegetación se caracteriza por un gran desarrollo el estrato herbáceo, de hasta 50 cm de altura, con abundante carrizo y juncáceas que ocupan las orillas y el cauce del arroyo. En las orillas, el estrato arbóreo se halla representado por arboles de ribera de pequeño porte junto con chopos (*Populus nigra*) de mayor tamaño.



Figura IV.17 Trampa CDC localizada en T4B, punto que se desechó después de 2009 ya que el arroyo no llevaba agua a este nivel. El cauce se caracterizaba por presentar una importante cubierta herbácea.

### Punto T4C

**Coordenadas de localización:** N 40° 28' 50.38 – W 3° 27' 39.86

**Período de muestreo:** mayo-septiembre 2010; mayo-septiembre 2011; mayo-septiembre 2012; mayo-septiembre 2013.

**Descripción del punto y situación de la trampa:** a unos 90 m aguas debajo de T4B; en esta zona del cauce del arroyo el agua vuelve a aflorar,

manteniéndose incluso en los meses de verano con profundidades que oscilan entre 20-30 cm. Entre la vegetación destaca el carrizo, que ocupa la mayor parte del cauce del arroyo, al que acompañan, en los márgenes, algunas especies arbustivas de carácter espinoso, fundamentalmente representadas por escaramujos (*Rosa canina*). La trampa se cuelga a 1 m de altura en un pequeño almendro (*Prunus dulcis*) situado en la orilla; durante 2013, al desaparecer el almendro por labores de desbrozado, se cambió de ubicación, siempre en la misma zona: primero se colgó de una pasarela que cruza el arroyo y posteriormente se eligió una rama de un chopo (Fig. IV.18). El resto del estrato arbóreo aparece representado por algunos ejemplares de *Populus nigra*.



Figura IV.18 Se observan en las imágenes las diferentes posiciones en las que ha ido situándose la trampa CDC en el punto T4C: arriba a la izquierda colgada de un almendro que desapareció; a la derecha colgada de la pasarela; abajo, colgada de la rama de un chopo.

Durante 2013 se comenzó a utilizar en este punto una trampa de oviposición, situada en el suelo junto al cauce del arroyo, protegida del viento por los restos de un tronco en descomposición (Fig. IV.19).



Figura IV.19 La trampa de oviposición que empezó a utilizarse en el año 2013 en el punto T4C se situaba en el suelo, resguardada por un tronco en descomposición. A la derecha de la imagen se observa el cauce del arroyo Ardoz



**Punto T5**

**Coordenadas de localización:** N 40° 28' 48.19 – W 3° 25' 40.55

**Período de muestreo:** mayo-septiembre 2008; abril-octubre 2009; mayo-septiembre 2010; mayo-septiembre 2011; mayo-septiembre 2012; mayo-septiembre 2013.

**Descripción del punto y situación de la trampa:** punto localizado junto al campo de golf de la base, la trampa se sitúa colgada de la rama de un árbol, a 2 m de altura, junto a un cuerpo de agua de carácter léntico que se mantiene durante todo el año (Fig. IV.20), el cual tiene unos 20 m de diámetro y en el que se produce una importante eutrofización, especialmente en los meses de verano. Se halla a 190 m del cauce del arroyo Torote y a 2 km de los puntos de muestreo T4, T4B y T4C. Existe abundante vegetación formada por un estrato arbustivo, en el que predominan diferentes especies, principalmente espinosas, y un tapiz herbáceo. El estrato arbóreo, que proporciona abundante sombra, se halla representado básicamente por ejemplares jóvenes de álamos blancos (*Populus alba*).



Figura IV.20 Imagen de la charca situada junto al campo de golf y la trampa CDC que se utilizó junto a la misma, denominándose como punto T5.

Además de la trampa CDC comentada, también en 2013 se empleó una trampa de oviposición, colocada en el suelo y protegida por la vegetación (Fig. IV.21).



Figura IV.21 En el suelo y junto a la valla de madera que delimitaba la charca del campo de golf, se situaba la trampa de oviposición. La trampa CDC se colgaba del árbol que hay justo detrás de la valla.

### Punto T6

**Coordenadas de localización:** N 40° 28' 47.23 – W 3° 25' 35.59

**Período de muestreo:** mayo-septiembre 2008.

**Descripción del punto y situación de la trampa:** punto localizado en el campo de golf de la base, bajo el puente que permite atravesar el arroyo Torote (Fig. IV.22). La trampa se cuelga del puente que cruza el arroyo Torote. En dicho punto, el agua se represa artificialmente, de forma que existe agua estancada en todas las estaciones, con altos niveles de eutrofización en los meses más calurosos. Se trata de un espacio abierto en el que la vegetación predominante está constituida por especies herbáceas. La distancia que lo separa del punto T5 es de unos 140 m.



Figura IV.22 Puente que atraviesa el arroyo Torote en la zona en que éste se represa artificialmente a la altura del campo de golf. La trampa CDC se colgaba de dicho puente.

#### IV.2.2. Zona de Operaciones.

Los muestreos en ZO fueron realizados por los oficiales veterinarios en las distintas rotaciones de los contingentes desplegados en Afganistán, en el marco de la Operación “Reconstrucción de Afganistán”, dirigida por ISAF. El material empleado en ZO para la captura e identificación de culícidos forma parte de los equipos entomológicos normalizados que han sido desarrollados por la Subinspección de Veterinaria de la Inspección General de Sanidad de la Defensa (IGESANDEF) y puestos a disposición de los oficiales veterinarios que realizan labores de vigilancia entomológica operacional; concretamente el Equipo de Diagnóstico Entomológico (EDE-2008) y el Maletín Auxiliar de Muestreo Entomológico (MAME-2009) (Fig. IV.23). Como material de apoyo y consulta para los oficiales que participaron en las capturas y clasificación de los culícidos se redactó la “Guía para la Vigilancia Entomológica de uso en las Fuerzas Armadas - Anofelinos” en la que se proporciona información sobre los procedimientos de vigilancia entomológica operacional y se describen los equipos normalizados antes reseñados, entre otros aspectos (PÉREZ ROMERO y col., 2009).



Figura IV.23 Equipos entomológicos puestos a disposición de los oficiales veterinarios en Afganistán para realizar actividades de vigilancia entomológica. A la izquierda Maletín Auxiliar de Muestreo Entomológico (MAME) y a la deracha Equipo de Diagnóstico Entomológico (EDE).

##### IV.2.2.1. Base de Apoyo Avanzado (FSB) de Herat.

El estudio entomológico en la FSB se realizó en los años 2010 y 2012. Anteriormente se había desarrollado un estudio piloto en el año 2008, en el que se llevó a cabo una primera aproximación a la posible existencia de vectores

pertenecientes a la familia Culicidae y, en especial, de anofelinos transmisores del paludismo en la zona (LACASA y col., 2010).

En la realización de este trabajo se contemplaron dos fases diferenciadas:

Estudio entomológico basado en la captura e identificación de ejemplares adultos pertenecientes a la familia Culicidae.

Estudio en la infección natural por *Plasmodium* sp. en los especímenes pertenecientes al género *Anopheles*, mediante la técnica de la PCR a tiempo real.

#### **IV.2.2.1.1. Estudio entomológico para la captura e identificación de culícidos.**

Se utilizaron dos tipos de trampas para la captura de mosquitos adultos:

Trampas mini CDC con luz blanca o ultravioleta (UV): su mecanismo de acción ha sido ya descrito con anterioridad, siendo la única diferencia entre ambas el tipo de bombilla que incorporan. En algunos de los muestreos, la trampa se cebó con una fuente de CO<sub>2</sub> con el fin de aumentar el efecto atrayente sobre los especímenes hematófagos. Dicha fuente de CO<sub>2</sub> estaba formada por dos bolsas de polvo granulado, que al ser mezclado genera dicho gas durante unas 12 horas (Fig. IV.24).

Trampa no luminosa tipo BG Sentinel de *BioGents GmbH* con atrayente químico específico *BG-Lure*<sup>®</sup> que asemeja el olor de la piel humana y, de acuerdo con los datos ofrecidos por el fabricante, es capaz de mantenerse activo durante 5 meses (Fig. IV.24). El dispositivo se conecta a la red eléctrica y los mosquitos resultan atraídos por el cebo químico colocado en su interior, cuyos aromas son dispersados merced a un ventilador que, al mismo tiempo, succiona hacia el interior los mosquitos que se acercan. Los especímenes son recogidos en una bolsita negra de malla; al igual que se hace con las trampas CDC, dicha bolsa de malla se introduce posteriormente en el congelador para asegurar la muerte de los ejemplares capturados. En general esta trampa era colocada al atardecer y los mosquitos se recogían al día siguiente. Además, en



la mayoría de los muestreos con esta trampa se adicionaron bolsas de CO<sub>2</sub> granulado a la misma.



**Figura IV.24 Trampa BG Sentinel con atrayente químico, en la imagen de la derecha y bolsas generadoras de CO<sub>2</sub> que pueden ser empleadas con dicha trampa pero también con las CDC.**

Una vez reconocido el terreno, se eligieron dentro de la FSB los puntos de muestreo en función de la accesibilidad, tipos de hábitat y proximidad a zonas habitadas. Para la elección de los puntos de muestreo se tuvieron en cuenta los criterios de presencia de zonas húmedas o encharcadas, cuando estas existían y/o que fueran zonas de concurrencia de personal militar o personal civil procedente del área próxima a la base (centros de atención sanitaria, zonas de trabajo con personal civil empleado, etc.). Inicialmente se seleccionaron 3 puntos de muestreo, añadiéndose posteriormente otros 4 y desechando uno de los iniciales. La periodicidad de los muestreos se realizó en función del nivel de capturas y la presencia de especímenes del género *Anopheles*. El estudio de campo se desarrolló entre junio y septiembre, aunque los muestreos realizados durante 2008 se llevaron a cabo en octubre. Normalmente las trampas se colocaban al atardecer y se recogían a la mañana siguiente. No se superó el intervalo de quince días entre los muestreos en un mismo punto, de forma que se completase el ciclo de las diferentes generaciones de mosquitos y, habitualmente, en cada uno de ellos se muestreó 2 noches consecutivas.

Para llevar a cabo la identificación de los especímenes capturados hasta el nivel de especie, se tuvieron en cuenta los caracteres morfológicos propuestos por ENCINAS GRANDES (1982), HARBACH (1988), MELERO ALCÍBAR (2004) y, para los pertenecientes al género *Anopheles*, por GLICK (1992).

A continuación se detallan los puntos muestreados:

### **Punto H1**

**Coordenadas de localización:** N 34° 12' 156 – E 62° 13' 407.

**Período de muestreo:** julio-septiembre 2010; junio-agosto 2012.

**Descripción del punto y situación de la trampa:** punto de muestreo situado junto a la Unidad de HELISAF, que dentro de la FSB opera con helicópteros, y cuyas dependencias se hallan junto a la pista. Se utilizó una trampa mini CDC con luz blanca y/o UV, que en ocasiones se complementó con bolsas de producto granulado generador de CO<sub>2</sub>. La trampa se colgaba de una estructura metálica aproximadamente a 1,5 m de altura. (Fig. IV.25).



**Figura IV.25 Colocación de trampa CDC en el punto H1.**

**Punto D2**

**Coordenadas de localización:** N 34° 12' 374 – E 62° 13' 547

**Período de muestreo:** octubre 2008; julio-septiembre 2010; junio-agosto 2012.

**Descripción del punto y situación de la trampa:** punto de muestreo situado junto a la balsa de la depuradora de aguas residuales de la zona española de la FSB. Se utilizaron trampas mini CDC con luz blanca y/o UV, a las que en ocasiones se añadieron bolsas generadoras de CO<sub>2</sub>. La trampa se colgaba de un poste a 0,5 m de altura (Fig. IV.26).



Figura IV.26 Situación de la trampa en D2. La balsa de la depuradora se aprecia a la izquierda.

**Punto R3**

**Coordenadas de localización:** N 34° 12' 233 – E 62° 13' 299

**Período de muestreo:** julio 2010.

**Descripción del punto y situación de la trampa:** punto de muestreo localizado en la parte trasera de las instalaciones del ROLE 2 (Hospital español de la FSB). En él se optó por la utilización de la trampa no luminosa tipo *BG Sentinel* con atrayente químico *BG-Lure*<sup>®</sup>, conectada a la red eléctrica. Sin embargo, dicho punto se desechó después de 2 días de muestreo debido a la gran exposición al viento nocturno y a la ausencia de capturas (Fig. IV.27).



Figura IV.27 Trampa *BG Sentinel* en el punto R3, que se desechó por su fuerte exposición al viento.

### Punto PA3

**Coordenadas de localización:** N 34° 12' 225 – E 62° 13' 498

**Período de muestreo:** julio-septiembre 2010; junio-julio 2012.

**Descripción del punto y situación de la trampa:** punto de muestreo situado dentro de la Unidad denominada PASI. Se trata de un hangar cerrado en el que se desarrollan trabajos nocturnos relacionados con aviones no tripulados. En dicho punto se utilizó la trampa no luminosa tipo *BG Sentinel* con atrayente químico *BG-Lure*<sup>®</sup>, potenciándose en algunos casos con bolsas generadoras de CO<sub>2</sub> (Fig. IV.28).



Figura IV.28 Trampa *BG Sentinel* en el punto PA3, hangar de aviones no tripulados



**Punto C4**

**Coordenadas de localización:** N 34° 12' 400 – E 62° 13' 518

**Período de muestreo:** julio-septiembre 2010; junio-agosto 2012.

**Descripción del punto y situación de la trampa:** detrás de la cocina de la FSB, junto a los almacenes de víveres. Se trata de una zona resguardada del viento, y en la que en ocasiones quedan pequeños charcos procedentes del lavado de utensilios de la cocina. Se utilizó una trampa mini CDC con luz blanca y/o UV colgada de una viga aproximadamente a 1,5 m del suelo; en ocasiones se potenció con bolsas productoras de CO<sub>2</sub> (Fig. IV.29).



Figura IV.29 Trampa CDC colocada en la parte trasera de la cocina (punto C4).

**Punto R5**

**Coordenadas de localización:** N 34° 12' 224 – E 62° 13' 499

**Período de muestreo:** octubre 2008; julio-septiembre 2010; junio-agosto 2012.

**Descripción del punto y situación de la trampa:** junto a la entrada principal del ROLE 2 (hospital), en el que se atienden pacientes militares de ISAF y del ejército afgano, así como personal civil local. Este punto se halla aproximadamente a una distancia de 200 m de la depuradora (D2). Se emplearon trampas mini CDC con luz blanca y/o UV, potenciadas en ocasiones

con generadores de CO<sub>2</sub>. La trampa se colgaba a 2 m de altura junto a la puerta de entrada (Fig. IV.30).



Figura IV.30 Trampa CDC con luz UV situada en R5, junto a la entrada del hospital.

### Punto CA3

**Coordenadas de localización:** N 34° 12' 014 – E 62° 13' 433

**Período de muestreo:** julio-agosto 2012.

**Descripción del punto y situación de la trampa:** se empleó una trampa no luminosa tipo *BG Sentinel* con atrayente químico *BG-Lure*<sup>®</sup> situada dentro del almacén CATO, en el que se almacena carga procedente o con destino a TN. (Fig IV.31).

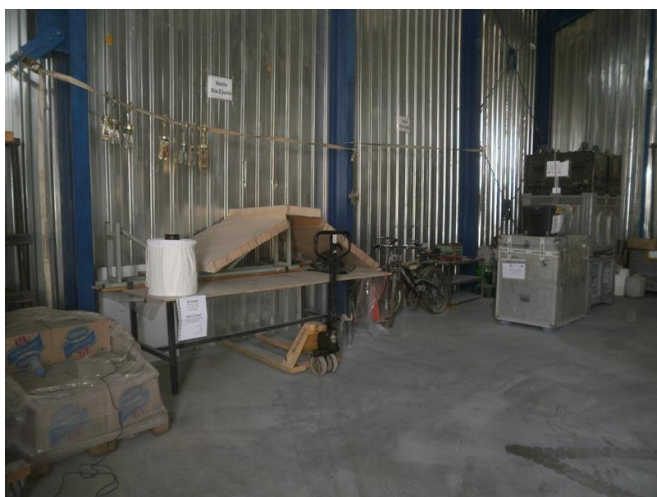


Figura IV.31 Trampa BG Sentinel en el almacén CATO (punto CA3).

#### IV.2.2.1.2. Estudio de la infección natural por *Plasmodium* sp. en los especímenes pertenecientes al género *Anopheles*, mediante la técnica de la PCR a tiempo real (qPCR).

Con el objeto de determinar la presencia o ausencia de esporozoitos de *Plasmodium* sp. en las hembras de anofelinos capturadas y poder así aportar información de cara a la futura evaluación del riesgo de malaria en los efectivos desplegados, se remitieron las muestras al Laboratorio de Investigación Aplicada de Córdoba donde se puso a punto una técnica basada en la amplificación del ADN en tiempo real mediante la reacción en cadena mediada por la polimerasa (qPCR). Dicha técnica permite diferenciar en la misma reacción entre las cuatro especies de *Plasmodium* patógenas para el hombre (MANGOLD y col., 2005). (Fig. IV.32).

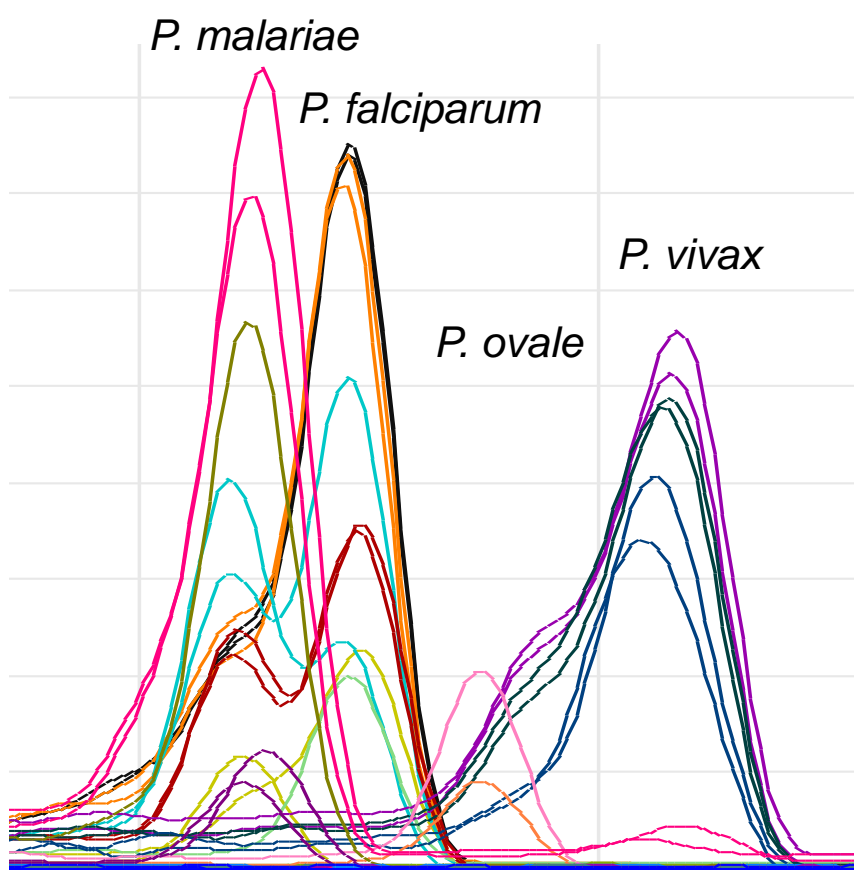


Figura IV.32 Análisis de las curvas de fusión de los productos de amplificación de una secuencia de ADN de mosquitos. Las diferencias en las secuencias de ADN entre las especies ocasionan curvas de fusión con distintas temperaturas. Las curvas bimodales corresponden a muestras con dos especies de parásitos.

Se solicitaron mosquitos de especies diferentes para poner a punto las técnicas de extracción del ADN al Servicio de Mosquitos de la Diputación de Huelva.

Fue necesario recabar muestras de ADN control de las diferentes especies de *Plasmodium* para usarlas como patrones; para lo cual se recurrió al Laboratorio de Malaria y otras Parasitosis Emergentes del Instituto de Salud Carlos III.

Para la extracción del ADN se siguen los siguientes pasos:

Los mosquitos se someten primero a un proceso de congelación, introduciéndose en un cilindro de acero dotado de un émbolo del mismo material que se sumerge en nitrógeno líquido durante 3 minutos (Fig. IV.33).



Figura IV.33 Introducción de mosquitos en el cilindro de acero para su congelación y pulverización.

A continuación, se extrae el cilindro del nitrógeno líquido y se agita durante un minuto con la muestra en su interior para que el émbolo la pulverice.

Se añaden 200 µl de agua y se traspasa el contenido a un microtubo.

Para la extracción se utiliza el kit comercial *i-genomic CTB DNA Mini Kit* (Intron Biotechnology, Inc).

Se diseñó una técnica de amplificación mediante PCR cuantitativa a tiempo real de una región del ADN ribosomal de 176 pb (*Cx. quinquefasciatus* GeneBank nº: XM\_001852845 posición 844-1019) que es común a los culícidos. La amplificación en cada caso de esta región garantiza que la extracción del ADN ha sido correcta y que los inhibidores de la PCR han sido

eliminados, garantizando así que no ha habido problemas durante el procesamiento de la muestra.

Se realizan dos amplificaciones, una con los cebadores de mosquitos diseñados al efecto (5'-CCTCTCGTACTGCACAGGAAT-3' y 5'-TGTCGGCTCTTCCTATCATTG-3') como control y otra con los cebadores propuestos por Mangold y col. (2005).

La amplificación se lleva a cabo en un volumen final de 20 µl conteniendo 4 µl del extracto. Cada reacción contiene 67 mM Tris-HCl pH 8,8, 16,6 mM (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0,01% Tween-20®, 2,5 mM MgCl<sub>2</sub>, 0,2 mM de cada deoxinucleosido trifosfato, 200 nM de la pareja de cebadores y 0,5 U de Taq DNA polimerasa (Imolase®, Biotium), incorporando EvaGreen® (Biotium) como elemento intercalante para revelar la presencia de producto amplificado. Se emplea un termociclador modelo RotorGene 6000 de Corbett, con una fase de desnaturalización y activación de la polimerasa de 10 min. a 95°C, seguida de 45 ciclos de 95°C - 45 seg., 55°C - 30 seg. y 72°C - 20 seg. En la fase de hibridación se hace la adquisición de la fluorescencia emitida por el agente intercalante.

#### **IV.2.2.2. Base de Apoyo Provincial (PSB) de Qala i Naw.**

El estudio entomológico en esta base se desarrolló en los años 2010 y 2012.

Como en el caso de la FSB de Herat, se contemplaron dos fases diferenciadas en el desarrollo de este estudio:

Estudio entomológico basado en la captura e identificación de ejemplares adultos pertenecientes a la familia Culicidae.

Estudio en la infección natural por *Plasmodium* sp. en los especímenes pertenecientes al género *Anopheles*, mediante la técnica de la PCR a tiempo real: este apartado ha sido ya desarrollado al tratar del trabajo en la FSB de Herat, puesto que la técnica empleada es la misma.

**IV.2.2.2.1. Estudio entomológico para la captura e identificación de culícidos.**

Se utilizaron 2 trampas mini CDC con luz blanca y UV para la captura de mosquitos adultos. Durante 2010 solo se contó una trampa con luz UV. En 2012 se utilizaron ambas trampas.

Se reconoció el terreno dentro de la PSB, y en el año 2010 se seleccionaron 5 puntos de muestreo, siguiendo criterios de cercanía a zonas de vida o presencia de personal, existencia de zonas húmedas o, en su caso, encharcadas que estuvieran próximas, así como de facilidad de acceso para la colocación de los dispositivos de captura. Durante 2012 se escogieron 5 nuevos puntos en los que se muestreó, manteniéndose 2 de los que ya habían sido empleados en 2010. En general, el período de muestreo abarcó desde junio hasta octubre, muestreándose en cada uno de los puntos al menos en una ocasión y durante 2 noches consecutivas. En total, se realizaron 40 muestreos.

Para la identificación de los ejemplares capturados hasta el nivel de especie se emplearon las claves referidas en el apdo. IV.2.2.1.1.

Se detallan a continuación los puntos en los que se realizaron los muestreos.

**Punto QIN1**

**Coordenadas de localización:** N 34° 59' 364 – E 63° 06' 870

**Período de muestreo:** junio 2010.

**Descripción del punto y situación de la trampa:** se empleó una trampa CDC con luz UV. El punto está localizado en el exterior del edificio de Plana Mayor de Mando de la OMLT y CIMIC, colgada a 1,5 m de altura junto a la ventana de los servicios (Fig. IV.34).



Figura IV.34 Punto de muestreo QIN1 localizado en el exterior del edificio de Plana Mayor de Mando de OMLT y CIMIC.

## Punto QIN2

**Coordenadas de localización:** N 34° 11' 525 – E 64° 56' 290

**Período de muestreo:** agosto-octubre 2010; agosto-septiembre 2012.

**Descripción del punto y situación de la trampa:** durante el año 2010 se utilizó la única trampa con la que se contaba, que era la CDC con luz UV; en 2012 se emplearon de manera indistinta trampas CDC con luz UV y luz blanca, colgadas aproximadamente a 1,5 m de altura. El punto está localizado junto a la puerta oeste del edificio del ROLE (hospital de la PSB), zona de paso frecuente de personal. (Fig. IV.35).



Figura IV.35 Punto de muestreo QIN2 localizado junto a la puerta oeste del hospital de la PSB

### Punto QIN3

**Coordenadas de localización:** N 34° 59.622 – E 63° 06.986

**Período de muestreo:** agosto 2010; agosto-septiembre 2012.

**Descripción del punto y situación de la trampa:** durante 2010 se empleó una trampa CDC con luz UV. En 2012 se empleó también la trampa con luz blanca en este mismo punto, localizado entre los depósitos de agua de la PSB; se trata de 2 depósitos de 250.000 litros de capacidad ubicados en lo alto de una colina. (Fig. IV.36).



Figura IV.36 Punto de muestreo QIN3 localizado entre los depósitos de agua de la PSB.

### Punto QIN4

**Coordenadas de localización:** N 34° 59' 563 – E 63° 07' 069

**Período de muestreo:** agosto 2010.

**Descripción del punto y situación de la trampa:** en este punto se utilizó únicamente la trampa CDC con luz UV. Se halla situado a unos 10 m al norte de un pozo localizado detrás del gimnasio de la PSB, y a unos 100 m más al norte de una zona que con relativa frecuencia estaba encharcada. (Fig. IV. 37).



Figura IV.37 Punto de muestreo QIN4 localizado cerca de un pozo detrás del gimnasio.



**Punto QIN5**

**Coordenadas de localización:** N 34° 59' 515 – E 63° 06' 880

**Período de muestreo:** septiembre 2010.

**Descripción del punto y situación de la trampa:** en este punto se utilizó únicamente la trampa CDC con luz UV. Se encuentra detrás del edificio de la Compañía donde se aloja el equipo de desactivación de explosivos, y está localizado junto a las perreras. (Fig. IV.38).



Figura IV.38 Punto de muestreo QIN5.

**Punto QIN6**

**Coordenadas de localización:** N 34° 59' 622 – E 63° 06' 986

**Período de muestreo:** agosto-septiembre 2012.

**Descripción del punto y situación de la trampa:** el punto estaba localizado junto a la entrada principal de la PSB, en una calle en la que existían una serie de arquetas abiertas bajo las que discurren las tuberías que drenan las aguas superficiales; con frecuencia dichas tuberías estaban atascadas con tierra lo que provocaba la presencia de agua estancada en las arquetas. Se empleó la trampa CDC con luz blanca que se colgaba en la propia arqueta. (Fig. IV.39).



**Figura IV.39** Punto de muestreo QIN6. En la imagen de la izquierda se muestra la localización de la arqueta; a la derecha, colocación de la trampa CDC en la arqueta.

### **Punto QIN7**

**Coordenadas de localización:** N 34° 59' 434 – E 63° 06' 939

**Período de muestreo:** octubre 2012.

**Descripción del punto y situación de la trampa:** punto de muestreo localizado en la parte trasera de la cocina, junto a la arqueta en la que se vierten las aguas de lavado; es una zona que con frecuencia estaba mojada al llevarse a cabo labores relacionadas con el fregado exterior de menaje variado de la cocina. Se empleó la trampa CDC con luz UV que se colgaba a una altura aproximada de 1,5 m. (Fig. IV.40).



**Figura IV.40** Punto de muestreo QIN7 localizado en la parte trasera de la cocina.

### Punto QIN8

**Coordenadas de localización:** N 34° 59' 591 – E 63° 07' 083

**Período de muestreo:** agosto-septiembre 2012.

**Descripción del punto y situación de la trampa:** punto de muestreo situado junto a la superficie que ocupa la depuradora de aguas residuales de la zona de mando, vida y servicios. Al lado se halla una cuneta por la que discurre hacia el exterior de la PSB el agua procedente del lavadero de vehículos y, en su caso de la lluvia, si bien se trata de agua en continuo movimiento debido a la pendiente (Fig. IV.41). En general, esta zona está bastante expuesta al viento. Se empleó la trampa CDC con luz UV que se colgaba a una altura de 1-1,5 m.



Figura IV.41 Punto de muestreo QIN8. En la imagen de la derecha se observa la depuradora y en la izquierda el punto en el que se colocaba la trampa CDC.

### Punto QIN9

**Coordenadas de localización:** N 34° 59' 260 – E 63° 06' 450

**Período de muestreo:** septiembre 2012.

**Descripción del punto y situación de la trampa:** se trata de un punto de muestreo interior localizado en el pasillo del edificio de farmacia y veterinaria (Fig. IV.42); se muestreó simultáneamente en 2 puntos de dicho pasillo, separados sólo por 10 m, y se emplearon a la vez las trampas CDC con luz UV y blanca.

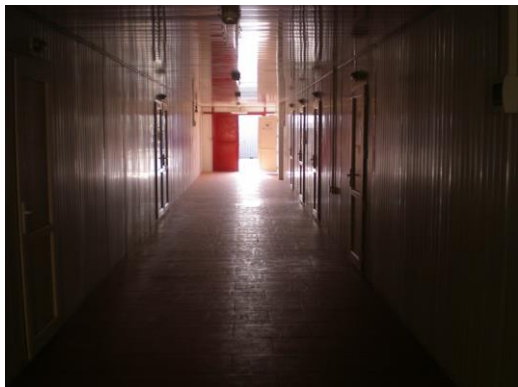


Figura IV.42 Punto de muestreo QIN9 localizado en el pasillo interior del edificio de farmacia y veterinaria.

### Punto QIN10

**Coordenadas de localización:** N 34° 59' 629 – E 63° 06' 996

**Período de muestreo:** octubre 2012.

**Descripción del punto y situación de la trampa:** se eligió este punto de muestreo por su situación junto al lavadero de vehículos, en el que se suponía podía quedar en ocasiones agua estancada en las cunetas de desagüe; sin embargo presentaba una fuerte exposición al viento. Se empleó una trampa CDC con luz blanca que se colgaba de la señal de tráfico de la imagen (Fig.IV.43).



Figura IV.43 Punto de muestreo QIN10. La trampa CDC se colgaba de la señal de tráfico.

**IV.2.2.2.2. Estudio de la infección natural por *Plasmodium* sp. en los especímenes pertenecientes al género *Anopheles*, mediante la técnica de la PCR a tiempo real (qPCR).**

Se siguió el mismo protocolo que el descrito al abordar este apartado en la FSB de Herat.

### IV.3. Caracteres morfológicos básicos del estadio adulto de la familia Culicidae.

Los especímenes adultos de la familia Culicidae son insectos relativamente pequeños, que miden por término medio entre 3-6 mm de longitud, si bien algunos pueden medir 2 mm y otros llegar a los 19 mm. Su cuerpo se halla dividido en cabeza, tórax y abdomen. La estructura general de un culícido se muestra en la Figura IV.44.

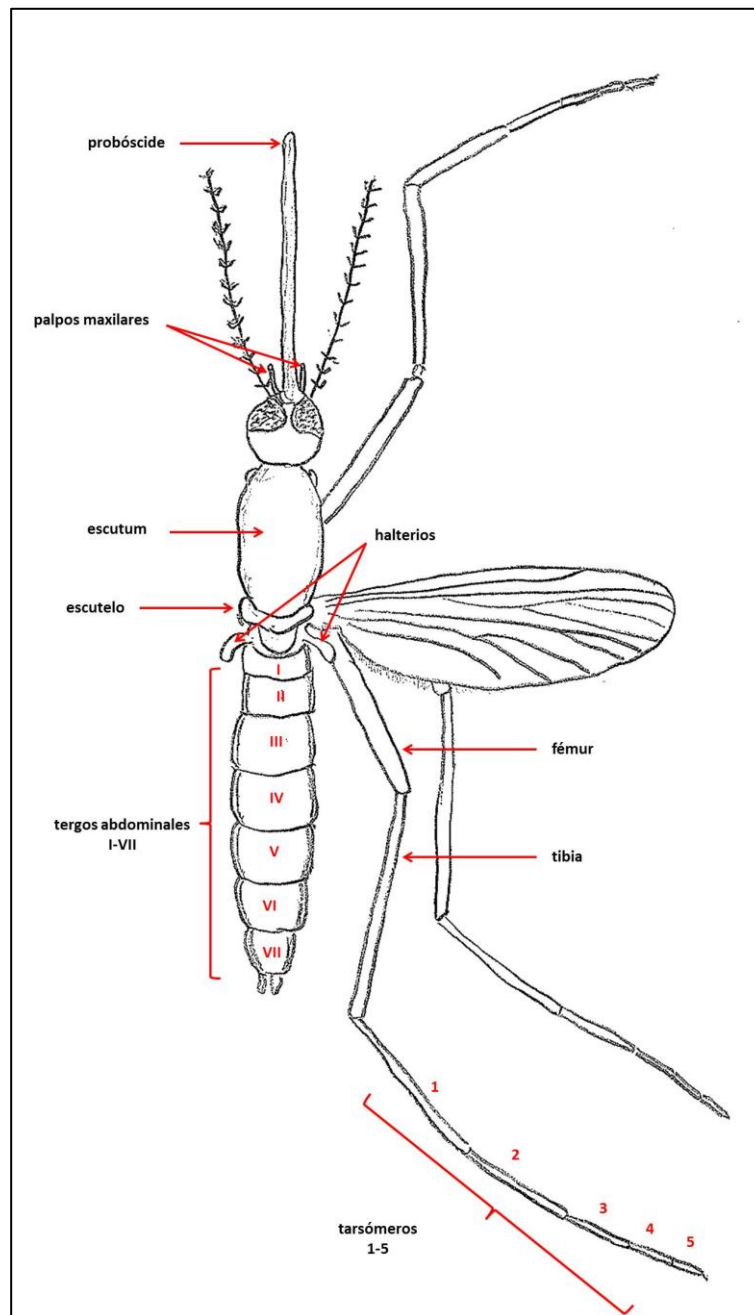


Figura IV.44 Estructura general de Culícido adulto. Basado en SERVICE, 2008.

La cabeza presenta un par de ojos compuestos, entre los cuales emerge un par de **antenas** filamentosas y segmentadas, que en las hembras están recubiertas en toda su extensión por pelos cortos que les dan un aspecto “piloso”, mientras que en los machos dichos pelos tienen mayor longitud, ofreciendo un aspecto “plumoso”. Justo debajo de las antenas se halla un par de **palpos** que pueden ser largos o cortos y puntiagudos o anchos en su extremo. Entre los palpos emerge hacia delante la **probóscide**, que contiene las estructuras perforantes mediante las que se alimenta el mosquito.

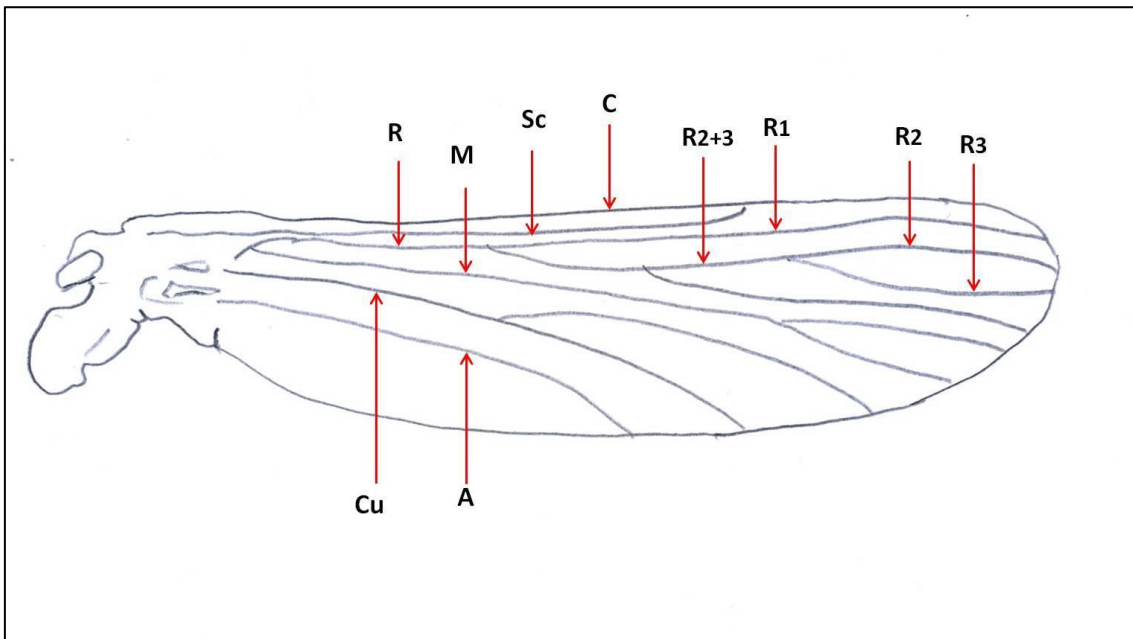


Figura IV.45 Patrón general de la venación alar de un Culicido. Vena radial (R). Vena cubital (Cu). Vena medial (M). Vena anal (A). Vena subcosta (Sc). Vena costa (C).

El tórax está recubierto de escamas que pueden ser pálidas u oscuras o mostrar diferentes tonalidades. En la parte dorsal están los **halterios** o alas rudimentarias y las **alas** propiamente dichas; estas últimas son relativamente largas y estrechas mostrando un característico patrón de venas que reciben diferentes nombres (Fig. IV.45) y que se hallan recubiertas por escamas. La disposición, longitud, coloración y otras características de dichas venas son fundamentales en taxonomía de cara a la identificación. Como estructura básica del tórax destaca el **escutum**, que se aprecia tanto en la vista lateral como dorsal. En la superficie dorsal del tórax está situado el **escutelo**, que puede presentarse en forma trilobulada (subfamilia Culicinae), o redondeada



(género *Anopheles*). En la parte lateral del tórax se localizan diferentes estructuras (Fig. IV.46), entre las que destaca el **espiráculo**, de gran valor en taxonomía, ya que la presencia o ausencia de setas y/o escamas pre- o postespiraculares, permite diferenciar algunos géneros. En la parte ventral del tórax se sitúan 3 pares de patas largas y delgadas, que pueden mostrar escamas oscuras, pálidas o marrones, de tal manera que en ocasiones forman patrones de bandas características que también son empleadas en taxonomía. Las patas presentan varios segmentos que constituyen el fémur, la tibia y los tarsómeros 1-5 (Fig. IV.44).

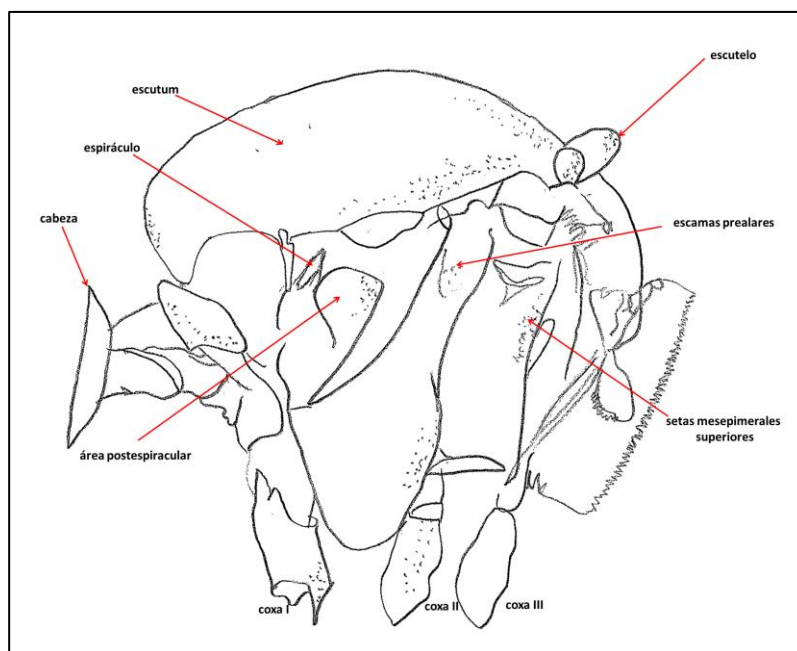


Figura IV.46 Vista lateral del tórax con sus principales estructuras.

El abdomen, que generalmente también está recubierto de escamas marrones, pálidas u oscuras, se compone de 10 segmentos, aunque solo los 7-8 primeros resultan visibles (Fig. IV.44). En algunos géneros como *Anopheles*, normalmente está desprovisto de escamas (Apdo. III.4.3.2). El último segmento abdominal en las hembras está modificado para realizar la puesta, terminando en un par de cercos. En el macho está especializado para la cópula, denominándose genitalia o *hipopygium*, teniendo un gran valor taxonómico. Dadas las diferencias entre géneros, en la Figura IV.47 se muestran las



genitalias de los tres géneros de la subfamilia Culicidae con sus principales estructuras.

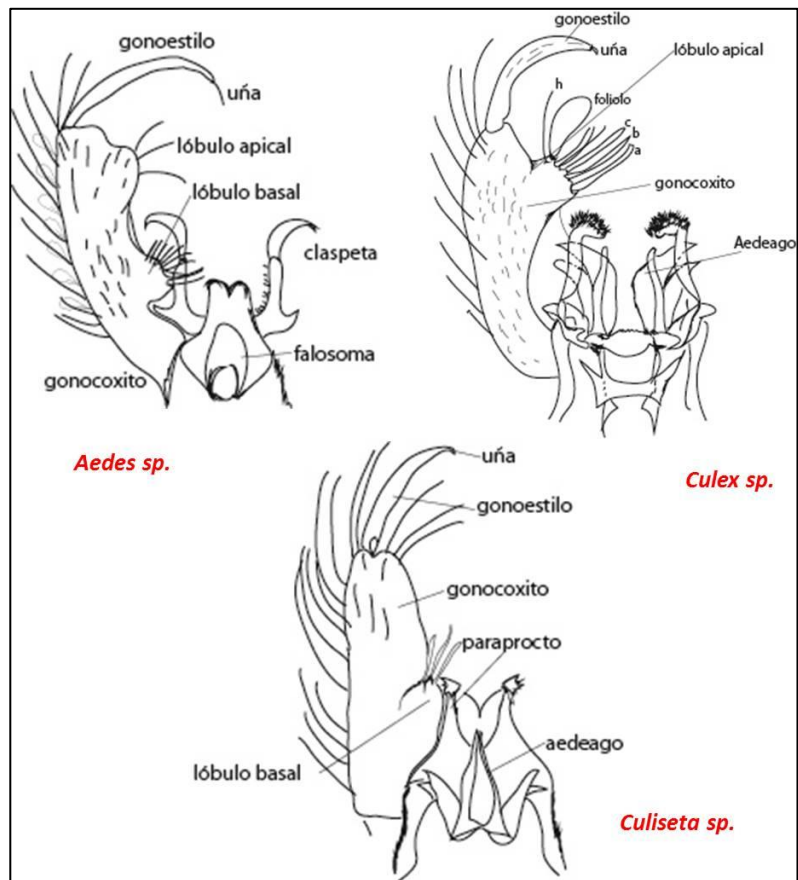


Figura IV.47. Detalle de genitales de *Culex sp.*, *Aedes sp.* y *Culiseta sp.* con sus principales estructuras.



**V.RESULTADOS**



## V.1. Estudio entomológico en TN. Base Aérea de Torrejón.

### V.1.1. Especies de la familia Culicidae capturadas.

Entre los años 2008 y 2013 se realizaron muestreos en la citada base, capturándose un total de 1280 culícidos, pertenecientes a 9 especies, entre las que se incluyen 2 especies de *Anopheles*, 3 de *Culex*, 3 de *Culiseta* y 1 de *Ochlerotatus*.

Las especies capturadas e identificadas fueron:

Clase: **Insecta**

Orden: **Diptera**

Familia: **Culicidae**

Subfamilia: **Culicinae**

Género: **Culex**

Especie: *Culex pipiens* Linnaeus, 1758

Especie: *Culex theileri* Theobald, 1903

Especie: *Culex hortensis* Ficalbi, 1889

Género: **Culiseta**

Especie: *Culiseta longiareolata* (Macquart, 1838)

Especie: *Culiseta annulata* (Schrank, 1776)

Especie: *Culiseta subochrea* (Edwards, 1921)

Género: **Ochlerotatus**

Especie: *Ochlerotatus caspius* (Pallas, 1771)

Subfamilia: **Anophelinae**

Género: **Anopheles**

Especie: *Anopheles claviger* (Meigen 1804)

Especie: *Anopheles atroparvus* Van Thiel, 1927

Tal y como se observa en la Figura V.1, durante los periodos de estudio, en las diferentes temporadas en las que se realizaron los muestreos, la especie más abundante, con gran diferencia sobre el resto, resultó ser *Cx. pipiens*, que en el conjunto de los 6 años en los que se muestreó representó el 85,78% de las capturas; la segunda especie más abundante fue *Cs. longiareolata*, lo que supone un 6,48%; *An. claviger* fue la siguiente especie más abundante,

representando el 2,97%; la especie *Cs. subochrea* supuso el 2,73% del total; el resto de especies capturadas en las diferentes temporadas, fueron *Cs. annulata*, *Cx. theileri*, *Cx. hortensis*, *An. atroparvus* y *Oc. caspius*, las cuales aparecieron de forma prácticamente testimonial.

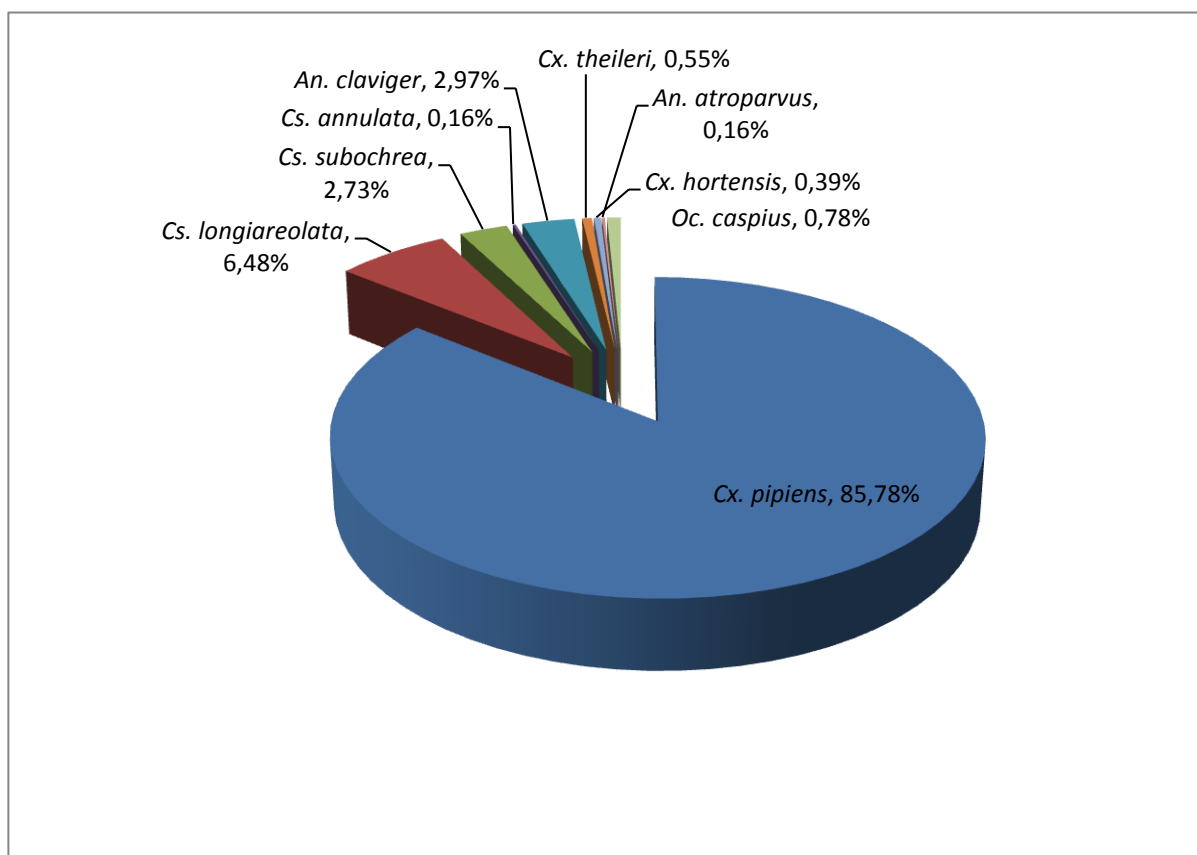


Figura V.1. Porcentaje de las diferentes especies de Culicidae capturadas en la Base Aérea de Torrejón durante el conjunto de muestreos desarrollados entre 2008 y 2013.

Por puntos de muestreo, el que más culícidos arrojó en el total de muestreos realizados fue T4, punto más cercano a la terminal de pasajeros SATA junto al arroyo Ardoz, con 663 capturas, (51,80%); a continuación, el segundo punto con más ejemplares fue T5, junto al campo de golf, con 341 capturas, (26,64%); en T4C, situado también junto al arroyo Ardoz se capturaron 231 culícidos (18,05%), si bien hay que señalar que en dicho punto se comenzó a muestrear en la temporada 2010; en T4B, junto al arroyo Ardoz, se recolectaron 27 culícidos (2,11%), aunque solo se muestreó durante 2008 y 2009. De los restantes puntos, el único en el que se realizaron muestreos en

todas las temporadas fue T2, situado en el interior de un hangar, con 9 capturas. *Cx. pipiens* fue la única especie que apareció en todos los puntos de muestreo, exceptuando T3, en el que sólo se colocaron trampas el primer año, y resultó también la única especie en ser capturada en el interior de un hangar (T2); *Cs. longiareolata* fue la segunda especie más ubicua, hallándose en T4, T4B, T4C y T5; *Cs. subochrea* y *An. claviger* se recolectaron siempre en los mismos 3 puntos (T4, T4C y T5), (Tabla V.1 y Fig. V.2).

	T1	T2	T3	T4	T4B	T4C	T5	T6	Nº individuos totales
<i>Cx. pipiens</i>	1	9	-	557	24	202	297	8	1098
<i>Cx. theileri</i>	-	-	-	3	-	2	2	-	7
<i>Cx. hortensis</i>	-	-	-	3	1	1	-	-	5
<i>Cs. longiareolata</i>	-	-	-	60	2	15	6	-	83
<i>Cs. annulata</i>	-	-	-	-	-	1	1	-	2
<i>Cs. subochrea</i>	-	-	-	6	-	1	28	-	35
<i>Oc. caspius</i>	-	-	-	9	-	1	-	-	10
<i>An. claviger</i>	-	-	-	23	-	8	7	-	38
<i>An. atroparvus</i>	-	-	-	2	-	-	-	-	2
Nº individuos totales	1	9	0	663	27	231	341	8	1280

Tabla V.1. Información referente al número de especímenes capturados de cada especie en los distintos puntos de muestreo en el conjunto de temporadas en las que se muestreó.

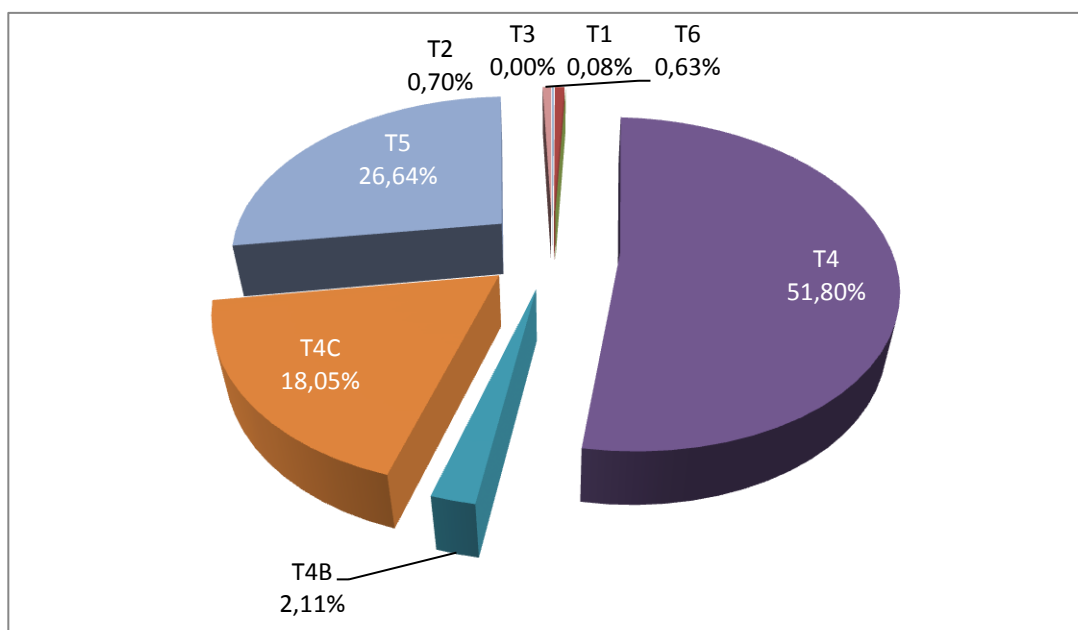


Figura V.2. Porcentaje de ejemplares de Culicidae capturados en cada uno de los puntos de muestreo de la Base Aérea de Torrejón entre 2008 y 2013.

En la Figura V.3 se muestra la abundancia relativa de las distintas especies en los diferentes puntos de muestreo, observándose que *Cx. pipiens* fue la más abundante en todos ellos, seguido por *Cs. longiareolata*, que fue capturada principalmente en T4, T4B y T4C. En el punto T5, la segunda especie más numerosa fue *Cs. subochrea*. Proporcionalmente, en los puntos T4, T4C y T5, la especie que apareció en tercer lugar en cuanto a número de capturas fue *An. claviger*.

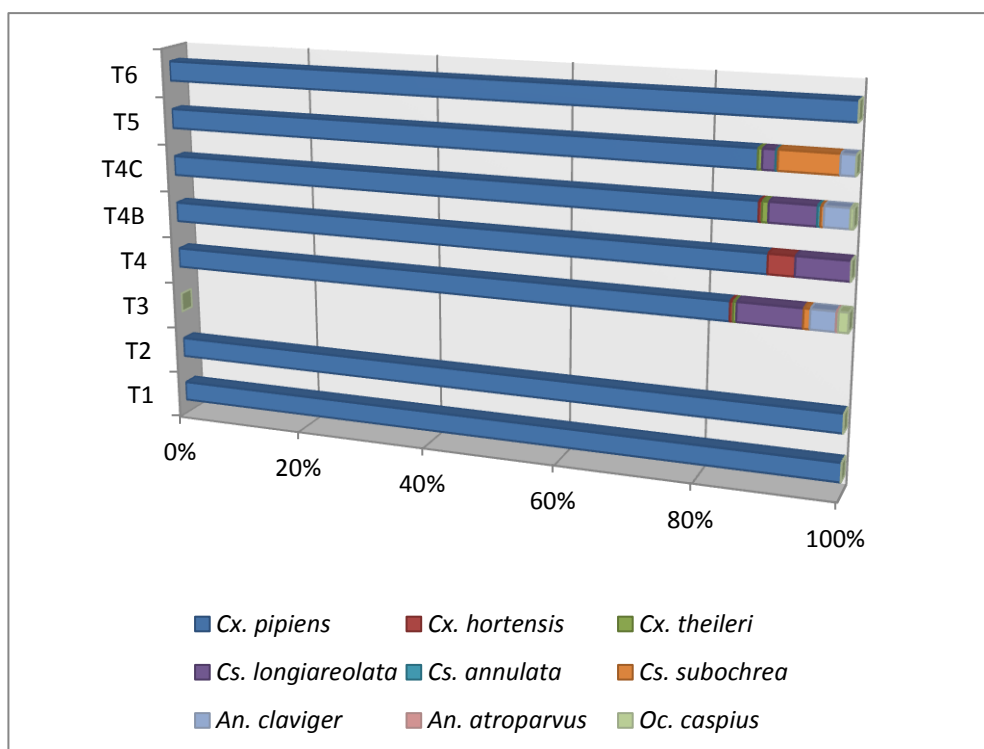


Figura V.3. Abundancia relativa de las diferentes especies por punto de muestreo.

En la tabla V.2 se observa la sucesión faunística de todas las especies capturadas en los diferentes meses de muestreo, siendo las especies que de forma más temprana aparecen *Cx. theileri*, *Cx. hortensis* y *Cs. subochrea*, que lo hacen en el mes de abril, y las que más tardíamente desaparecen *Cx. pipiens* y *Cs. longiareolata*, que aguantan hasta octubre; además, estas dos últimas junto con *Cs. subochrea*, son las que durante más meses están presentes, con un total de 6 meses. Las que menos meses se observaron fueron *Cx. hortensis*, *Cs. annulata*, *Oc. caspius* y *An. atroparvus*, que solo se capturan durante 2-3 meses siendo en general especies poco abundantes en nuestros muestreos.



	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre
<i>Cx. pipiens</i>							
<i>Cx. theileri</i>							
<i>Cx. hortensis</i>							
<i>Cs. longiareolata</i>							
<i>Cs. annulata</i>							
<i>Cs. subochrea</i>							
<i>Oc. caspius</i>							
<i>An. claviger</i>							
<i>An. atroparvus</i>							

Tabla V.2. Sucesión faunística de todas las especies capturadas a lo largo de los diferentes meses en los muestreos 2008-2013.

Se muestran a continuación las gráficas sex-ratio en el conjunto de los 6 años de muestreo. En el conjunto de las especies de culícidos (Fig. V.4) predominan los machos sobre las hembras, aunque los datos de las diferentes especies (Fig. V.5) se observa que en *Cx. hortensis*, *Cs. longiareolata*, *Cs. subochrea*, y *An. claviger*, el número de hembras recogidas fue superior al de machos.

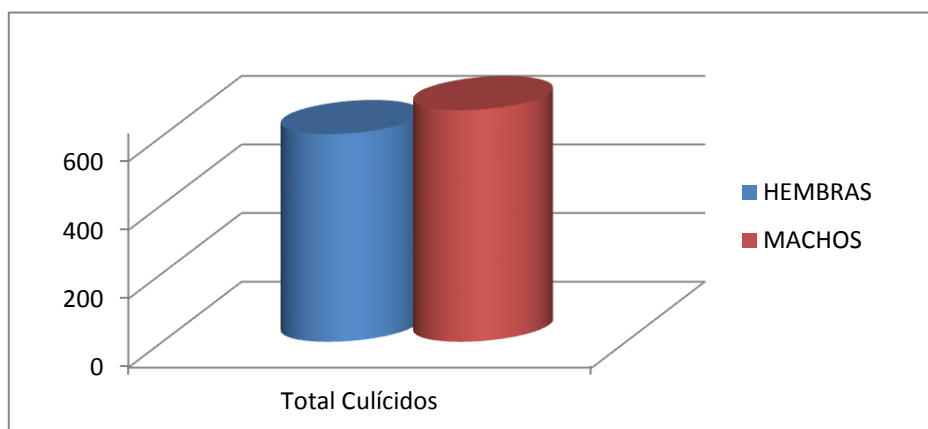


Figura V.4. Gráfica sex-ratio de culícidos en los muestreos 2008-2013.

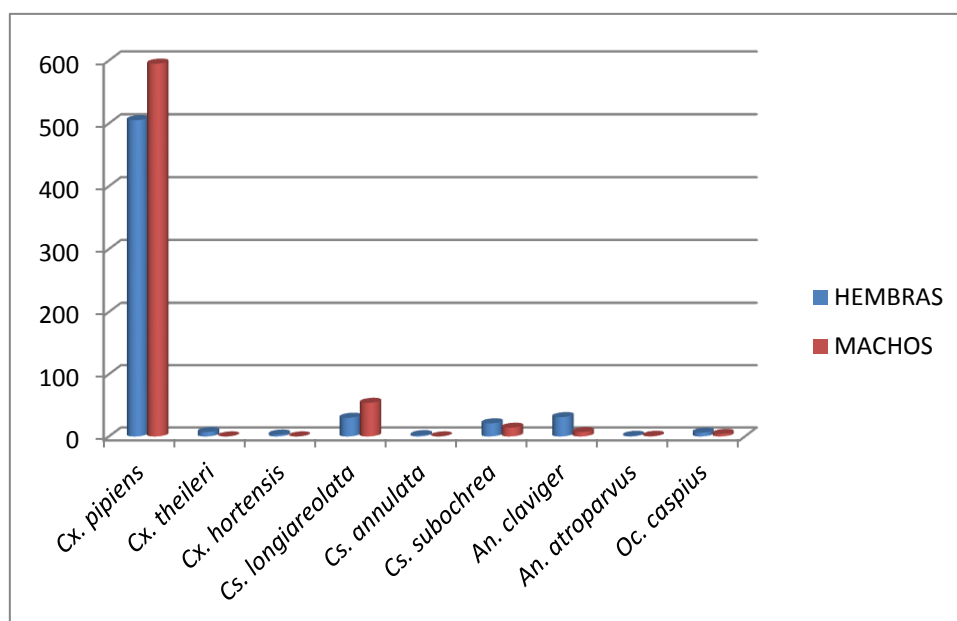


Figura V.5. Gráfica sex-ratio por especies en los muestreos 2008-2013.

El análisis de los datos de los diferentes años en los que se muestreó arroja los siguientes resultados:

#### V.1.1.1. Datos de 2008.

Fue el primer año en el que se muestreó, y el que menos capturas se obtuvieron, si bien hay que tener en cuenta que las visitas fueron mensuales, realizándose 4 expediciones, comenzando a finales de mayo y terminando a principios de septiembre. Las fechas de los muestreos aparecen en la Figura V.7.

Se seleccionaron 6 puntos de muestreo denominados T1, T2, T3, T4, T5 y T6 para la colocación de las trampas, obteniéndose resultados positivos (alguna captura) en T1, T4, T5 y T6. En total se capturaron 63 ejemplares pertenecientes a 4 especies diferentes: *Cx. pipiens*, *Cs. longiareolata*, *Cs. subochrea*, y *An. claviger*. (Tabla V.3 y Fig. V.6).

Especie	Total
<i>Culex pipiens</i>	54
<i>Culiseta longiareolata</i>	6
<i>Culiseta subochrea</i>	2
<i>Anopheles claviger</i>	1
<b>Total</b>	<b>63</b>

Tabla V.3. Número total y por especies de Culicidae capturados en 2008.

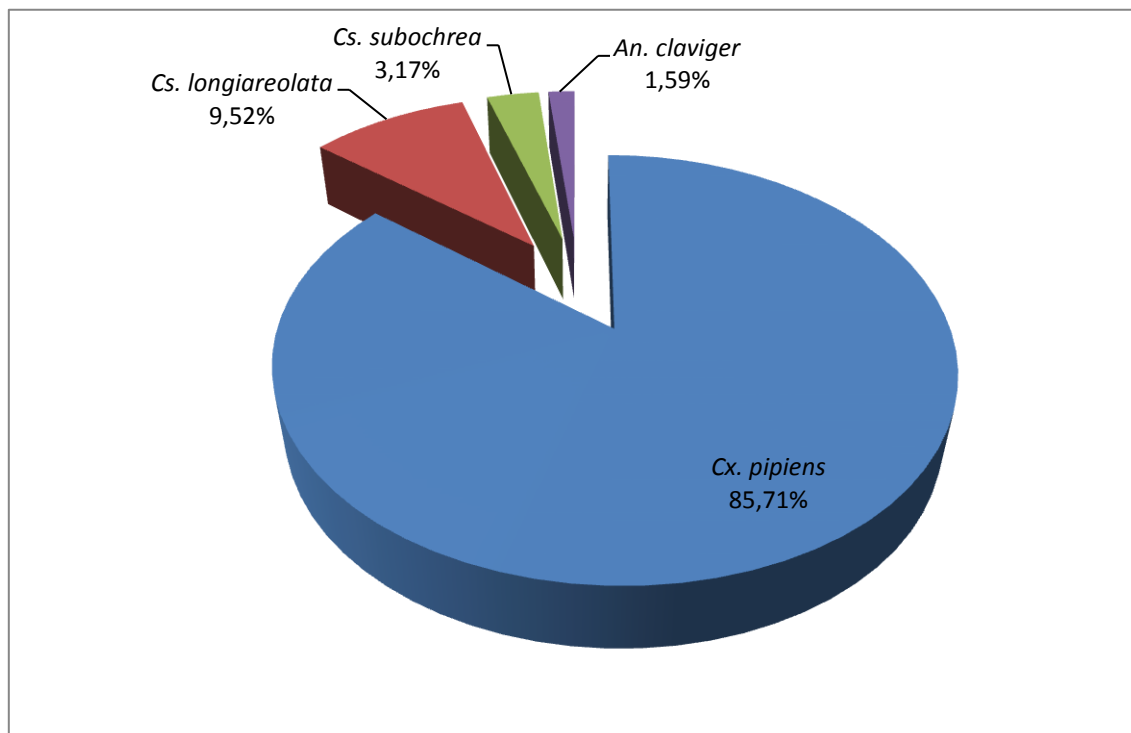


Figura V.6. Porcentaje de las diferentes especies de Culicidae capturadas en la Base Aérea de Torrejón en 2008.

La especie más abundante fue *Cx. pipiens*, representando el 85,71% de los ejemplares identificados. El resto de especies estuvo representado por *Cs. longiareolata*, que supuso el 9,52%, *Cs. subochrea* con un 3,17% y *An. claviger*, del que solo se capturó 1 ejemplar, que representó el 1,59%.

La dinámica poblacional de las diferentes especies se puede observar en la siguiente gráfica (Fig. V.7), en la que se aprecia que la mayor abundancia de culícidos se produce en los muestreos de julio y agosto, con un pico máximo en este último mes. En general se corresponde con el incremento de todas las especies capturadas a excepción de *Cs. subochrea*, cuyos 2 únicos ejemplares fueron recolectados en julio. Por otro lado, considerando las condiciones

climáticas, de las que depende en gran medida la presencia de los culícidos, se observa una relación directa entre el incremento de las temperaturas máximas y mínimas y el aumento del número total de especímenes.

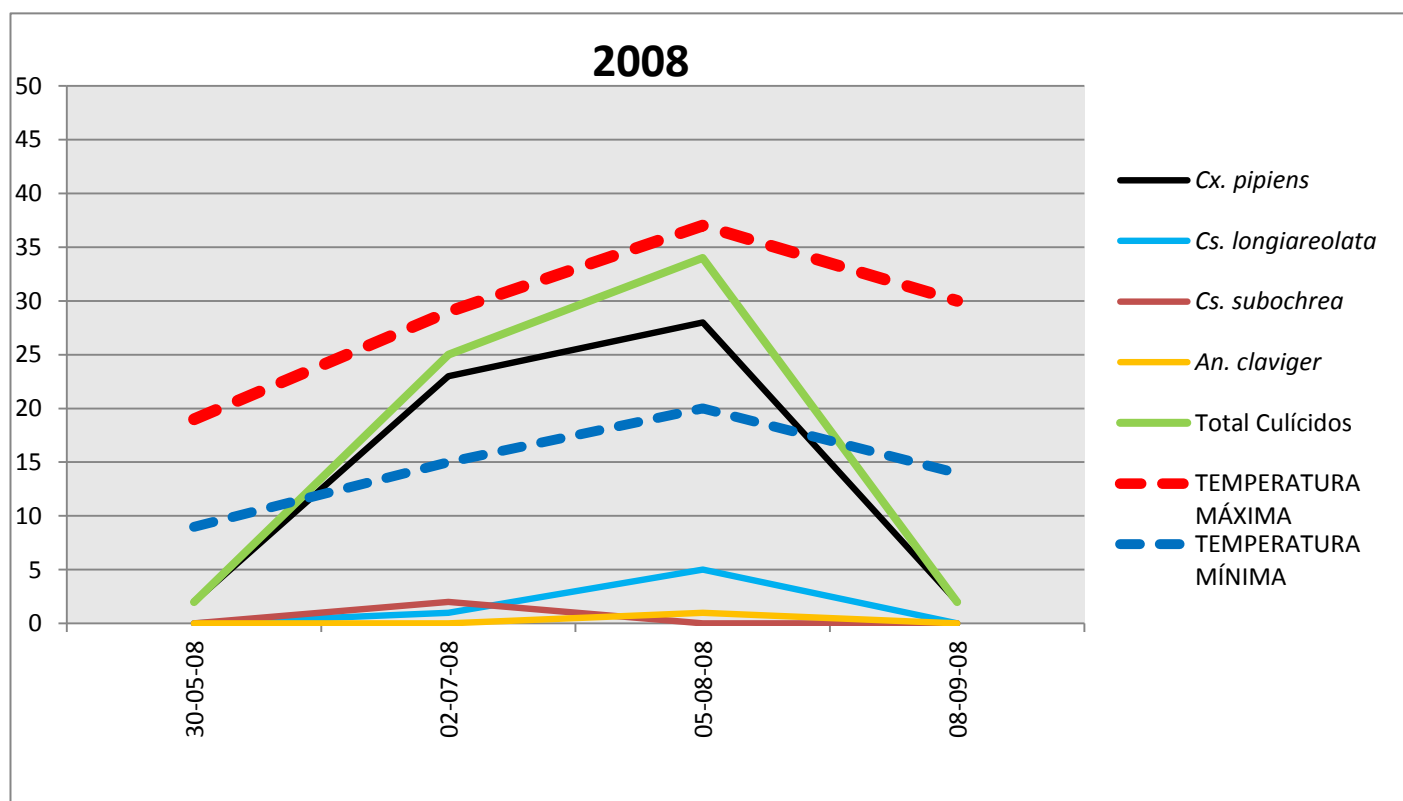


Figura V.7. Dinámica poblacional de las especies de culícidos capturadas durante los meses de muestreo de 2008.

#### V.1.1.2. Datos de 2009.

Se realizaron expediciones quincenales al área de estudio, comenzando a mediados de abril y terminando a principios de octubre, resultando un total de 11 visitas en las fechas que se muestran en la Figura V.9. Se desecharon los puntos T1, T3 y T6 que habían sido visitados durante 2008, en unos casos por la escasez de capturas y en otros por la dificultad de mantener un acceso sencillo y continuado a los mismos, seleccionándose un nuevo punto que fue denominado como T4B. Se capturaron un total de 246 especímenes de culícidos, representados por 5 especies diferentes; a los ya recolectados en 2008, *Cx. pipiens*, *Cs. longiareolata*, *Cs. subochrea*, y *An. claviger*, se añadieron en esta ocasión 2 ejemplares de *Cx. hortensis* (Tabla V.4).

Especie	Total
<i>Culex pipiens</i>	211
<i>Culiseta longiareolata</i>	22
<i>Culiseta subochrea</i>	8
<i>Anopheles claviger</i>	3
<i>Culex hortensis</i>	2
<b>Total</b>	<b>246</b>

Tabla V.4. Número total y por especies de Culicidae capturados en 2009.

También este año la especie más numerosa resultó ser *Cx. pipiens*, con un 85,77% de los ejemplares identificados. *Cs. longiareolata* fue la segunda más abundante como ya sucediera el año anterior, con un 8,94%. *Cs. subochrea* resultó la tercera especie con un 3,25% mientras que *An. claviger* y *Cx.hortensis* aparecieron con un 1,22% y 0,81% respectivamente (Fig. V.8).

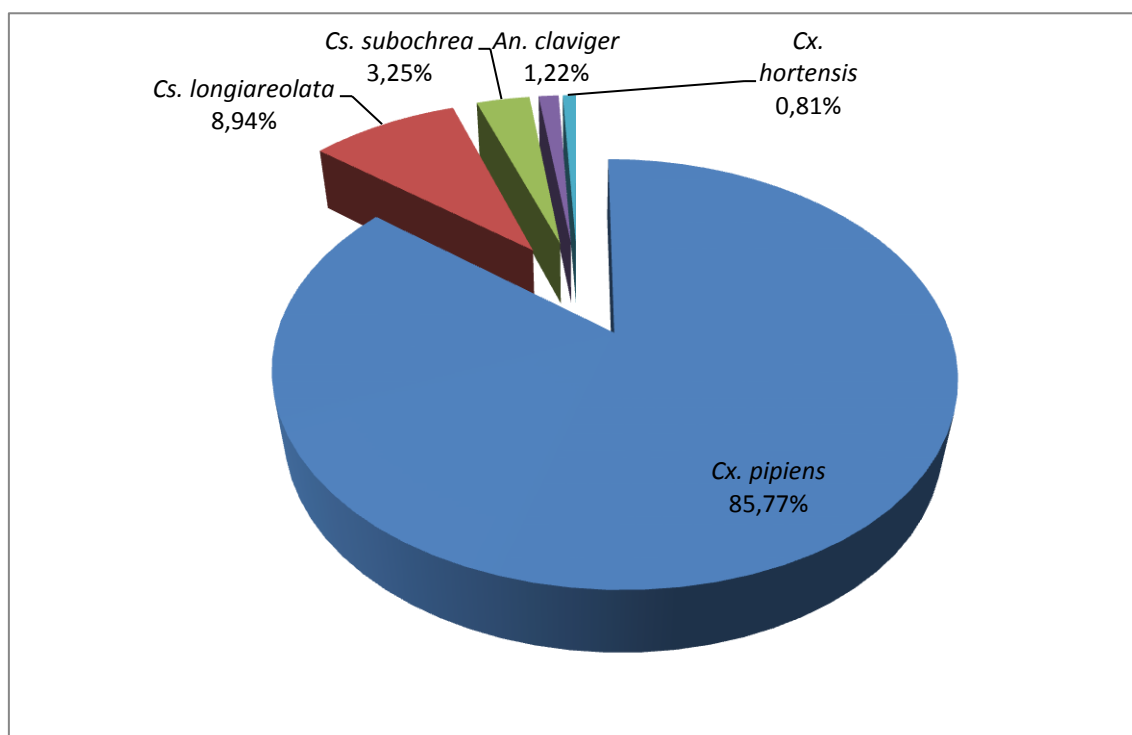


Figura V.8. Porcentaje de las diferentes especies de Culicidae capturadas en la Base Aérea de Torrejón en 2009

Aunque las primeras capturas se obtienen en el mes de abril, estas no empiezan a ser abundantes hasta mayo, siendo ya a finales de junio donde se aprecia el mayor pico de densidad poblacional, debido fundamentalmente a la abundancia de *Cx. pipiens*. Ello coincide con una tendencia en las temperaturas en la que las máximas no alcanzaron los 30°C y las mínimas

superaban ligeramente 15°C. Se produce posteriormente un descenso progresivo en el número de capturas durante julio y agosto, especialmente en la densidad de *Cx. pipiens*, ya que *Cs. longiareolata* muestra un pequeño repunte en agosto; durante estos dos meses, en lo relativo a temperaturas, se dieron máximas claramente superiores a 30°C y mínimas cercanas a 20°C. Existe finalmente un pequeño repunte de la actividad de adultos en septiembre, cuando ya las temperaturas son claramente más suaves, con una máxima cercana a 25°C y mínimas por debajo de 15°C o cercanas incluso a 10°C (Fig. V.9).

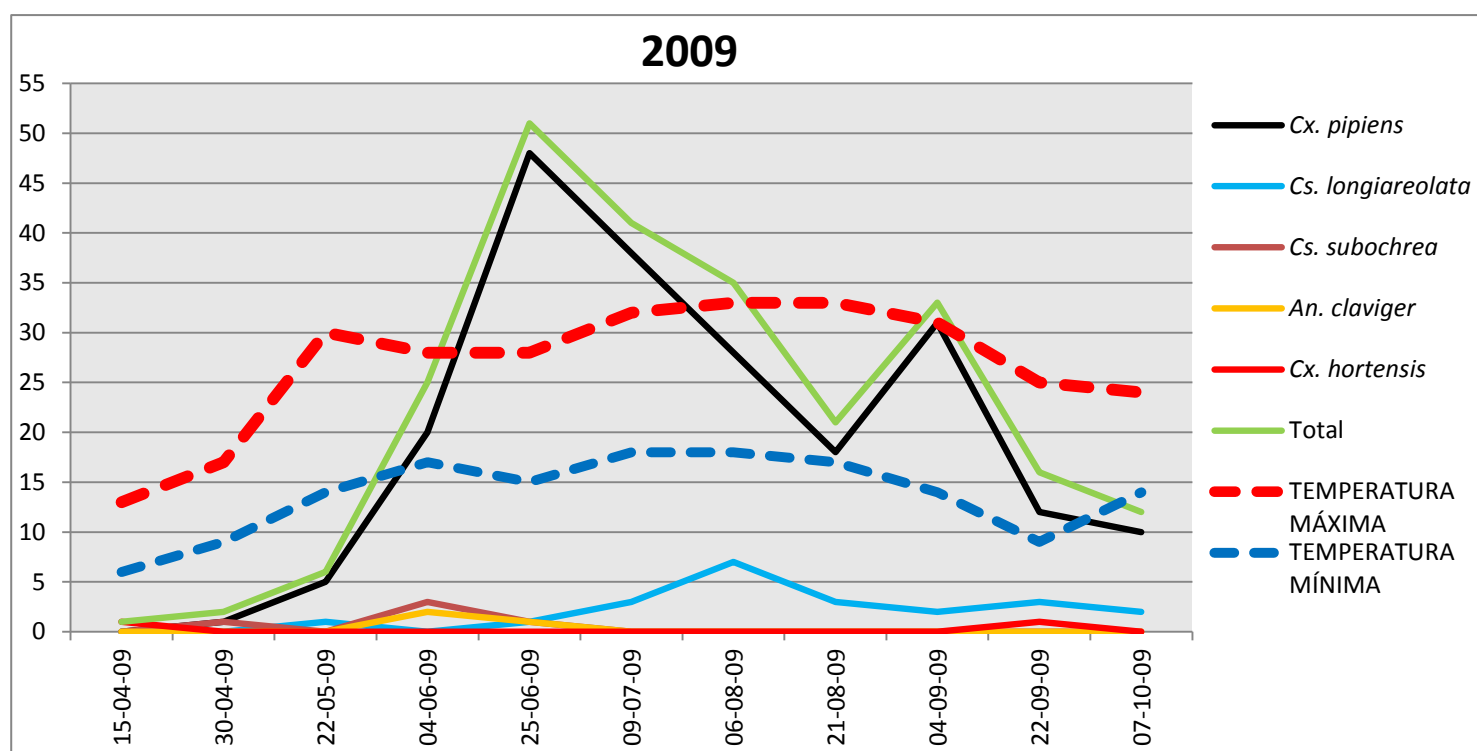


Figura V.9. Dinámica poblacional de las especies de culícidos capturadas durante los meses de muestreo de 2009.

### V.1.1.3. Datos de 2010.

Durante esta temporada se realizaron expediciones quincenales al área de estudio comenzando durante el mes de mayo y finalizando en octubre, con un total de 11 visitas, cuyas fechas se muestran en la Fig. V.11. Únicamente se reflejan desde que los muestreos son positivos. Se mantuvieron los puntos de muestreo del año anterior con la excepción del punto T4B, al considerarse poco

idóneo ante la falta de agua en el cauce del arroyo, siendo sustituido por T4C, en el mismo cauce pero donde el agua vuelve a aflorar. El número total de culícidos recogidos fue menor que en 2009 (175), sin embargo el número total de especímenes distintos de *Cx. pipiens* fue mayor que en aquel año, existiendo mayor diversificación de especies, lo que se aprecia en los picos de *Cs. longiareolata*, *Cs. subochrea* y *An. claviger*, obteniéndose también 2 ejemplares de *Cx. theileri* y 1 de *Oc. caspius*. Las especies que claramente disminuyen en 2010 son *Cx. pipiens* (representa el 74,86% del total) y *Cs. longiareolata* (6,29% del total de especímenes), aumentando los ejemplares de *Cs. subochrea* y *An. claviger* con respecto a 2009 (Tabla V.5 y Fig. V.10).

Especie	Total
<i>Culex pipiens</i>	131
<i>Culiseta longiareolata</i>	11
<i>Culiseta subochrea</i>	21
<i>Anopheles claviger</i>	9
<i>Culex theileri</i>	2
<i>Oc. caspius</i>	1
<b>Total</b>	<b>175</b>

Tabla V.5. Número total y por especies de Culicidae capturados en 2010.

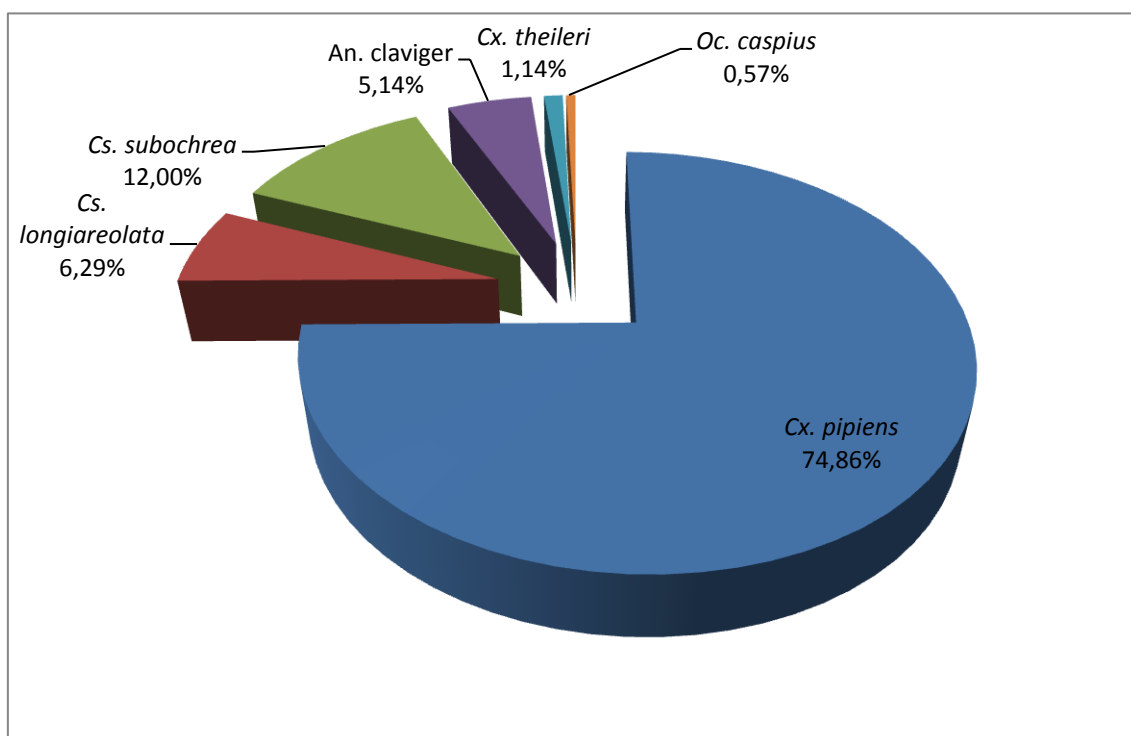


Figura V.10. Porcentaje de las diferentes especies de Culicidae capturadas en la Base Aérea de Torrejón en 2010.

Durante esta temporada, en la que las temperaturas fueron más elevadas que en 2009, con máximas por encima de 35°C y mínimas de más de 20°C en algún caso, los primeros resultados positivos se obtienen a finales de mayo, siendo a finales de junio y durante el mes de julio cuando se produce el mayor pico de densidad poblacional. A finales de este mismo mes se observa un descenso muy llamativo en el número de ejemplares capturados, comenzando a continuación un nuevo repunte de la actividad durante el mes de agosto alcanzándose de nuevo un pico de población en septiembre, aunque bastante por debajo de los valores obtenidos en julio (Fig. V.11).



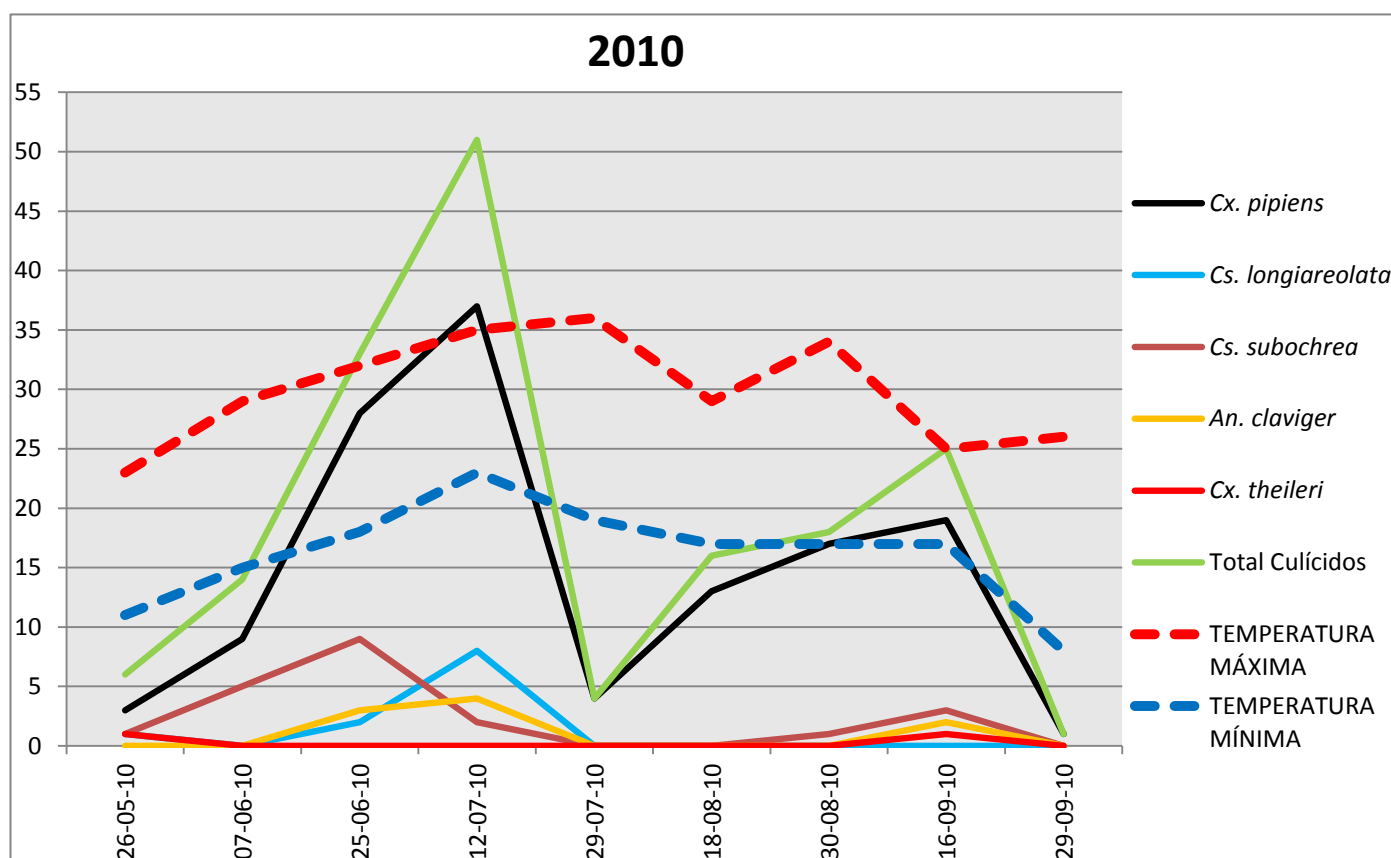


Figura V.11. Dinámica poblacional de las especies de culicidos capturadas durante los meses de muestreo de 2010.

#### V.1.1.4. Datos de 2011.

Durante 2011 se muestreó quincenalmente, manteniéndose los mismos puntos que el año anterior, empezando los muestreos a principios de mayo y finalizando en la segunda quincena de septiembre, con un total de 9 visitas al área de estudio, mostrándose las fechas de las mismas en la Figura V.13. Se capturaron un total de 129 especímenes pertenecientes a 5 especies, de las que la más numerosa volvió a ser *Cx. pipiens* con un 86,05%; la segunda especie más abundante fue *An. claviger* (7,75%), seguida por *Cs. longiareolata* (3,88%), y finalmente se capturaron 2 ejemplares de *Cs. subochrea*, que representaban el 1,55%, y por primera vez desde que se iniciaron los muestreos, 1 ejemplar de *An. atroparvus* (Tabla V.6 y Fig. V.12).

Especie	Total
<i>Culex pipiens</i>	111
<i>Culiseta longiareolata</i>	5
<i>Culiseta subochrea</i>	2
<i>Anopheles claviger</i>	10
<i>Anopheles atroparvus</i>	1
<b>Total</b>	<b>129</b>

Tabla V.6. Número total y por especies de Culicidae capturados en 2011.

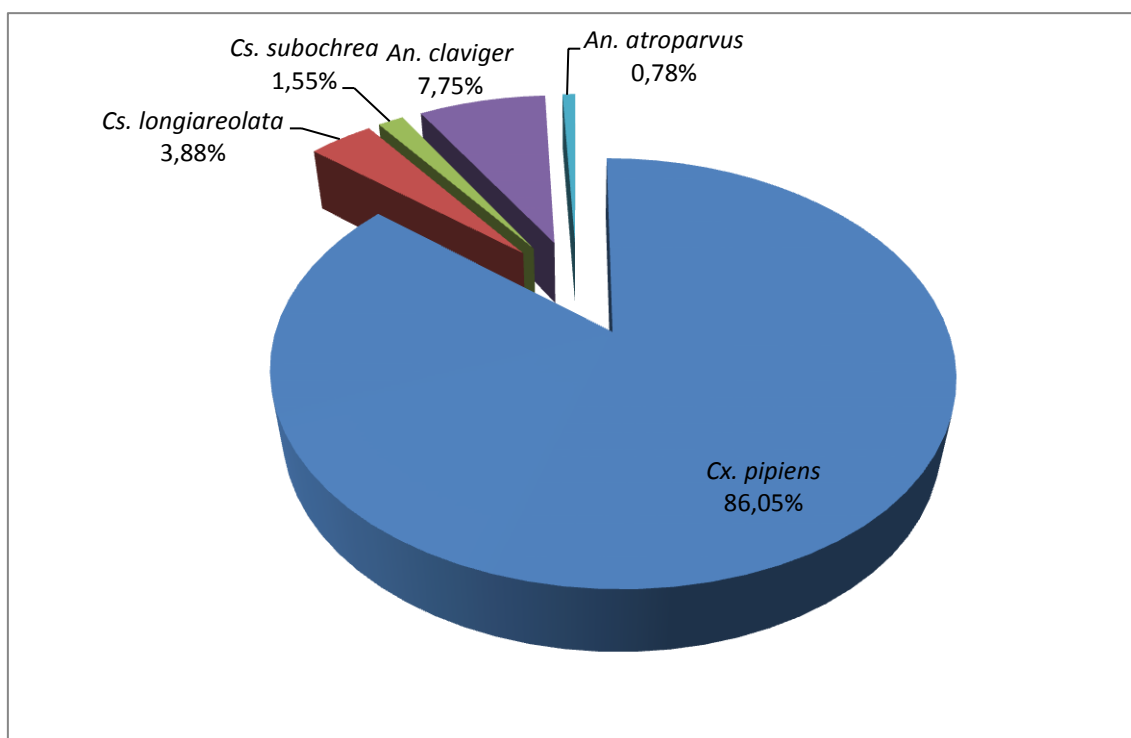


Figura V.12. Porcentaje de las diferentes especies de Culicidae capturadas en la Base Aérea de Torrejón en 2011.

Aunque los muestreos se inician a principios de mayo, durante este mes, en el que las temperaturas máximas quedaban por debajo de 20°C o muy ligeramente por encima de este valor y la mínimas en el entorno de los 11-12°C, únicamente se recoge 1 ejemplar de *Cx. pipiens*; no es hasta junio, mes en el que las temperaturas repuntan, cuando ya se observa un claro aumento de la densidad poblacional. Se aprecia de hecho un pico de densidad a finales de este mes, coincidiendo con un incremento en la temperatura máxima, que supera por primera vez esta temporada los 30°C; ello coincide además con mínimas de 15°C. Sigue a continuación un descenso en el número de capturas que en este caso ocurre a mediados del mes de julio. Hay que resaltar que

concretamente el día 13 de julio, en el que este descenso es más llamativo, coincide con una noche de tormenta sobre la BATO, acompañada de fuertes rachas de viento teniendo lugar un claro descenso de las temperaturas máximas, que se sitúan por debajo de 25°C. Posteriormente las temperaturas recuperan sus valores normales y a finales del mes de julio se alcanza la mayor cifra de capturas. Finalmente se produce una llamativa caída de la densidad en el mes de agosto y un tímido repunte durante septiembre (Fig. V.13).

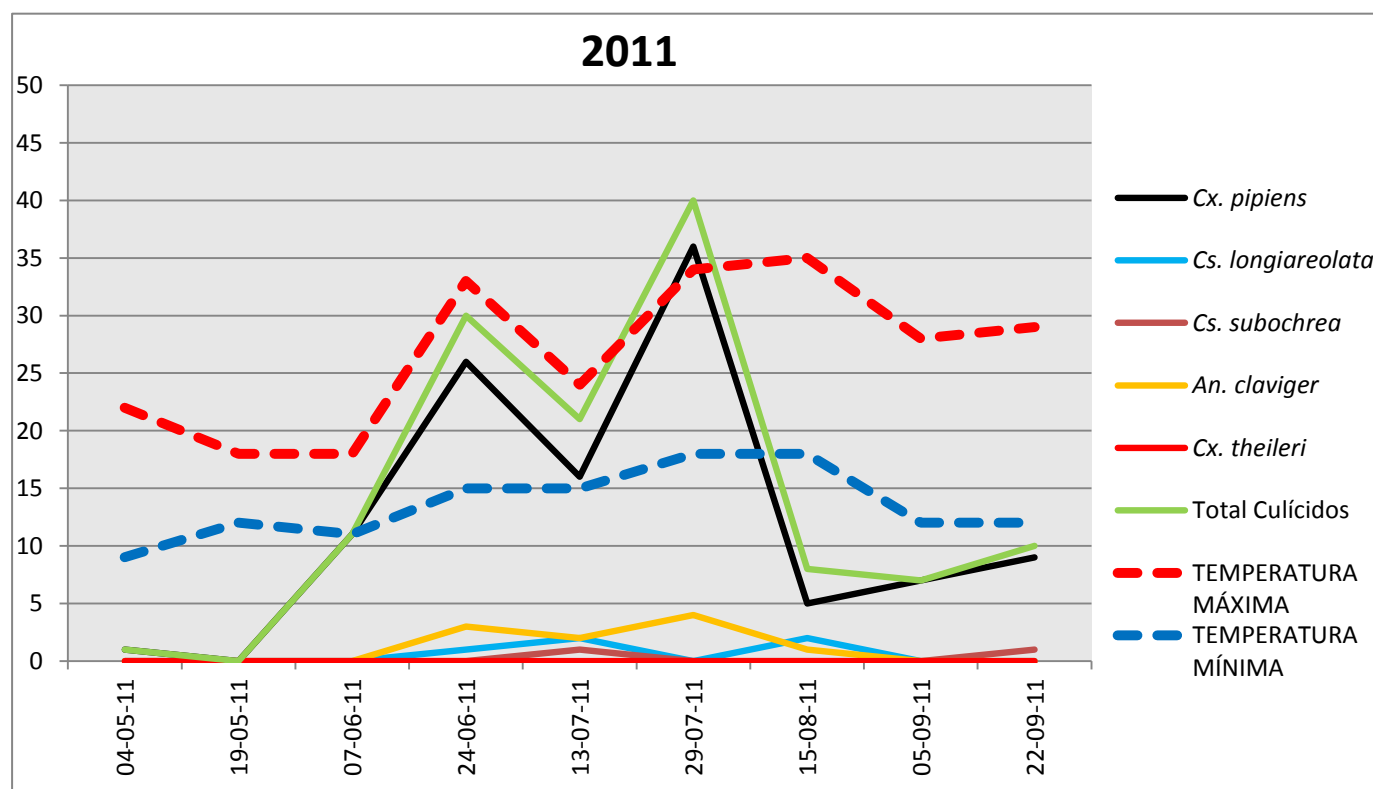


Figura V.13. Dinámica poblacional de las especies de culícidos capturadas durante los meses de muestreo de 2011.

#### V.1.1.5. Datos de 2012.

Durante el año 2012 se realizaron muestreos con una periodicidad quincenal, comenzando a mediados de mayo y finalizando la temporada a finales de septiembre, con un total de 9 visitas al área de estudio, cuyas fechas se recogen en la Figura V.15. Se recogieron 334 especímenes pertenecientes a 4 especies diferentes de la que la más abundante, como ha venido siendo habitual, fue *Cx. pipiens* con un 91,32% del total de ejemplares. Las otras especies estuvieron representadas por *Cs. longiareolata* (6,59%), *An. claviger* (1,80%) y *Cs. subochrea* con solo 1 ejemplar capturado. En términos absolutos resultó ser la temporada en que mayor número de ejemplares se recogieron, y ello coincidió con que fue el único año de los que se viene realizando este estudio en el que no se practicó la habitual campaña de control de plagas que se realiza en la BATO a partir de primavera, consistente en el empleo de larvicidas en el arroyo Ardoz, río Torote y otros cuerpos de agua situados fundamentalmente en la zona del campo de golf (Tabla V.7 y Fig. V.14).

Especie	Total
<i>Culex pipiens</i>	305
<i>Culiseta longiareolata</i>	22
<i>Culiseta subochrea</i>	1
<i>Anopheles claviger</i>	6
<b>Total</b>	<b>334</b>

Tabla V.7. Número total y por especies de Culicidae capturados en 2012.

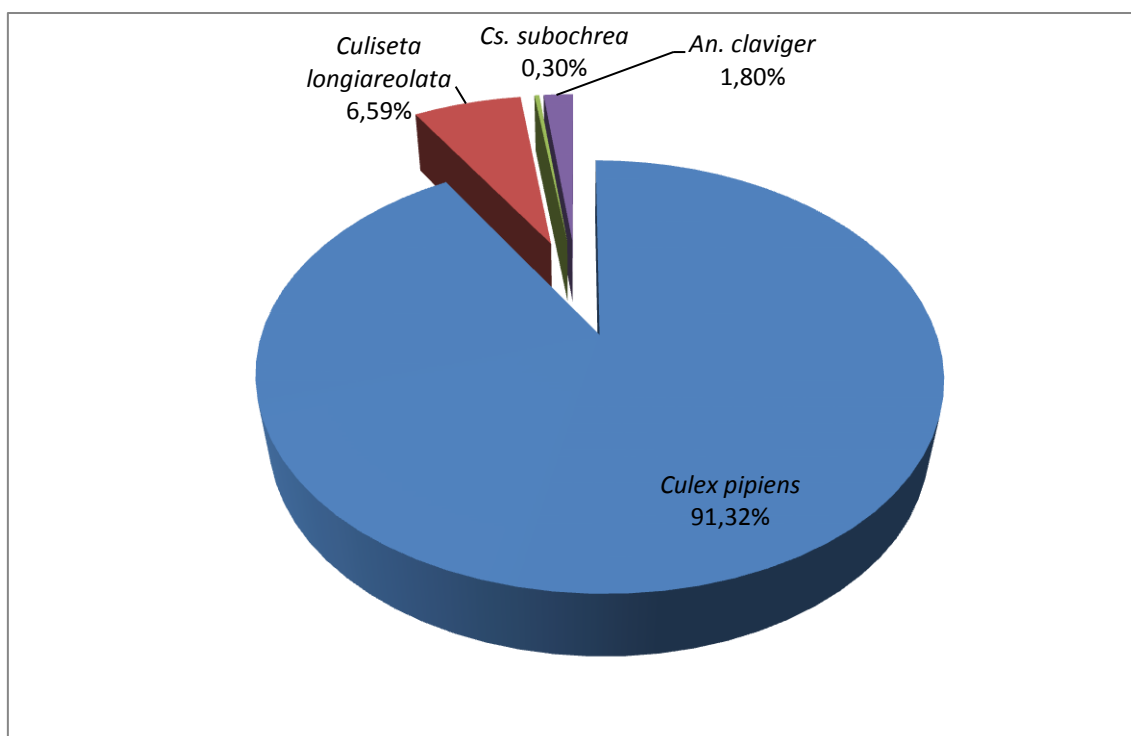


Figura V.14. Porcentaje de las diferentes especies de Culicidae capturadas en la Base Aérea de Torrejón en 2012.

Como se aprecia en la gráfica de dinámica poblacional (Fig. V.15), las capturas que se inician a mediados de mayo se incrementan progresivamente en los meses siguientes hasta alcanzar la máxima densidad poblacional durante el mes de julio, en el que las temperaturas máximas se mantuvieron entre 30-35°C y las mínimas por encima de 15°C. Ya durante el mes de agosto se observa un descenso progresivo y acusado hasta un mínimo poblacional a principios de septiembre, teniendo lugar un repunte, debido principalmente a *Cx. pipiens* a finales del mismo mes. Ya en el mes de octubre las capturas fueron negativas.

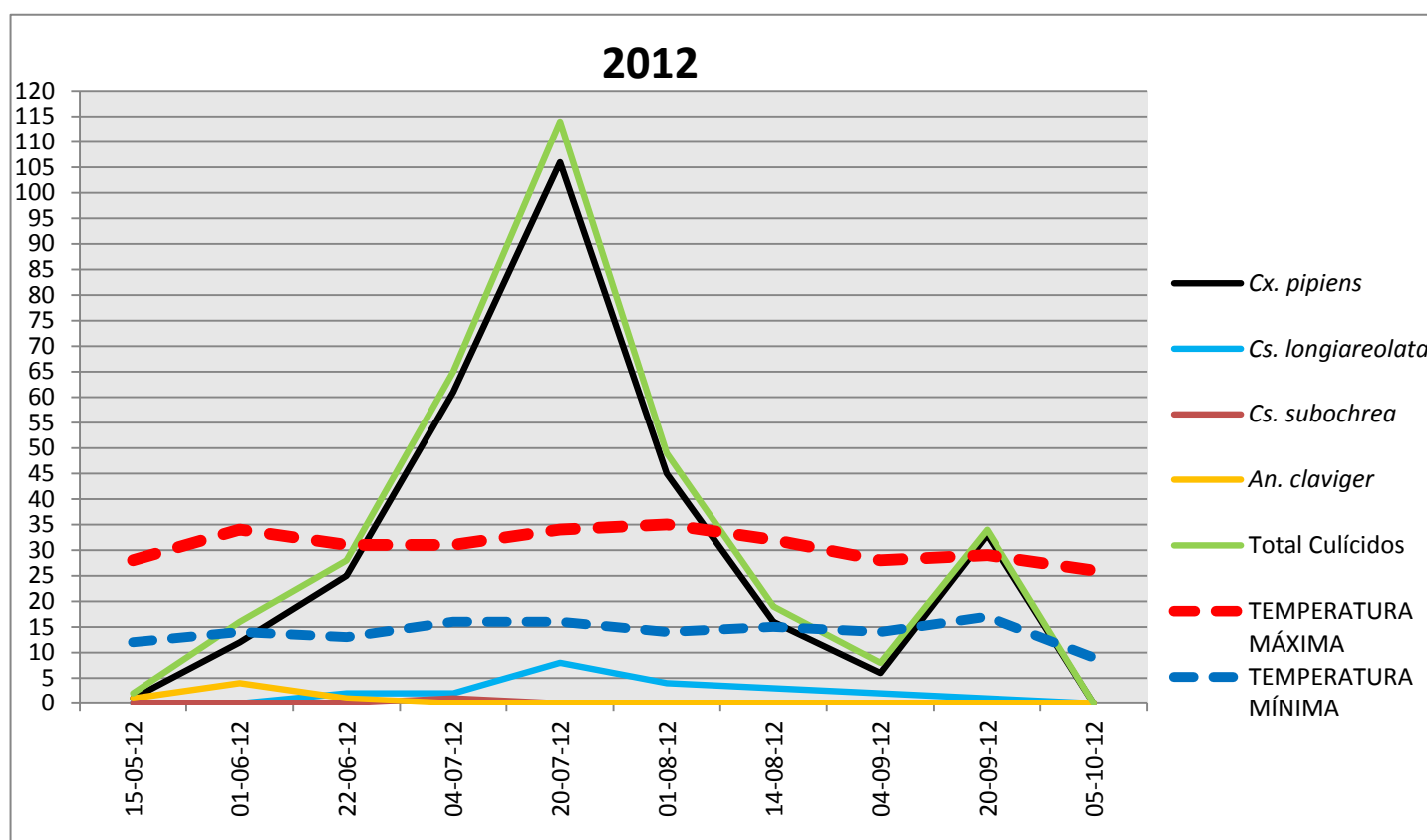


Figura V.15. Dinámica poblacional de las especies de culicidos capturadas durante los meses de muestreo de 2012.

#### V.1.1.6. Datos de 2013.

Durante la temporada de 2013 se continuó con la periodicidad quincenal en los muestreos, empezando los mismos a principios del mes de junio y finalizando en la segunda semana de octubre, cuando ya los resultados en las trampas CDC fueron negativos; las fechas en las que se muestreó aparecen reseñadas en la Figura V.17. relativa a la dinámica poblacional. Como se indicó en Material y Métodos, durante esta temporada comenzaron a utilizarse las trampas de oviposición concretamente en los puntos T4, T4C y T5. Dichos dispositivos fueron revisados en cada una de las visitas de colocación y recogida de las trampas CDC, rellenándose con agua según necesidad. Los resultados fueron **negativos** en todos los casos, no evidenciándose oviposiciones en ninguna de ellas. Se capturaron 332 especímenes pertenecientes a 9 especies diferentes, lo que supone la mayor diversidad específica de los distintos años en los que se ha trabajado y el segundo año después de 2012 con mayor número de ejemplares en términos absolutos. Ello

puede estar relacionado con las condiciones atmosféricas registradas durante los meses de primavera, ya que las precipitaciones registradas en el trimestre marzo-mayo superaron en un 100-150% a los valores considerados normales (AEMET, 2013); ello permitió que durante la estación de verano los cuerpos de agua que habitualmente se secan, mantuvieran al menos pequeñas cantidades, como fue el caso del arroyo Ardoz a la altura del punto de muestreo T4C; de hecho, fue 2013 el año en el que más ejemplares se recogieron en dicho punto. Nuevamente es *Cx. pipiens* la especie más abundante con un 86,14% del total de ejemplares, seguida por *Cs. longiareolata* (4,82%), lo que también ha sido la tónica en las diferentes temporadas. A continuación se sitúan el resto de especies encabezadas por *An. claviger* y *Oc. caspius*, con el 2,71% cada una de ellas (Fig. V.16). El resto de especies, mostradas en la Tabla V.8, aparecieron en unas cantidades inferiores.

Especie	Total
<i>Culex pipiens</i>	286
<i>Culex theileri</i>	5
<i>Culex hortensis</i>	3
<i>Culiseta longiareolata</i>	16
<i>Culiseta annulata</i>	2
<i>Culiseta subochrea</i>	1
<i>Anopheles claviger</i>	9
<i>Anopheles atroparvus</i>	1
<i>Ochlerotatus caspius</i>	9
<b>Total</b>	<b>332</b>

Tabla V.8. Número total y por especies de Culicidae capturados en 2013.

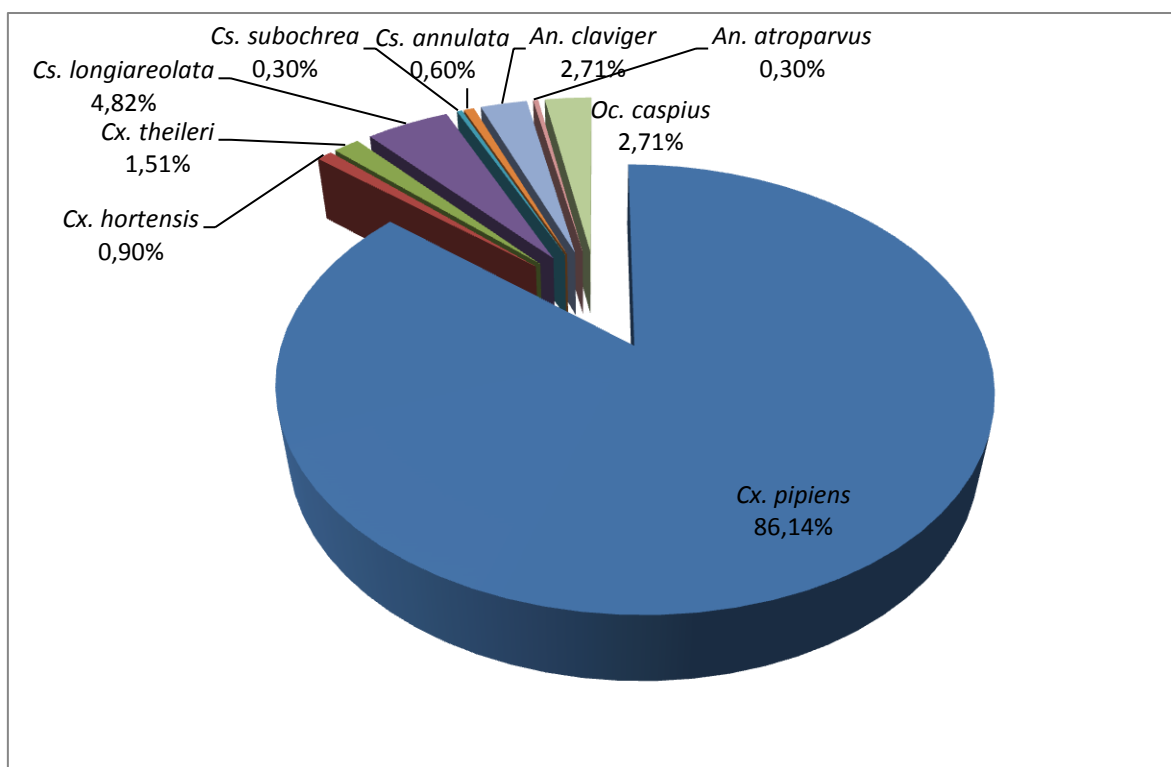


Figura V.16. Porcentaje de las diferentes especies de Culicidae capturadas en la Base Aérea de Torrejón en 2013.

La gráfica correspondiente a la dinámica poblacional (Fig. V.17) muestra, como en la mayoría de los años anteriores, dos claros picos poblacionales que coinciden con el mes de julio y septiembre, existiendo entre ambos un acusado descenso; aunque los picos son debidos fundamentalmente al incremento de la población de *Cx. pipiens*, también se observa un aumento de especímenes de otras especies, principalmente en julio. Se produce tras el repunte de julio un llamativo y acusado descenso durante el mes de agosto. Los primeros ejemplares se empezaron a recoger a principios de junio, con temperaturas mínimas que ya superaban la barrera de los 10° C, si bien el gran incremento poblacional no se observa hasta que estas mínimas superan ya claramente ese umbral. Las capturas desaparecen en octubre, cuando la mínima cae por debajo de esa temperatura.



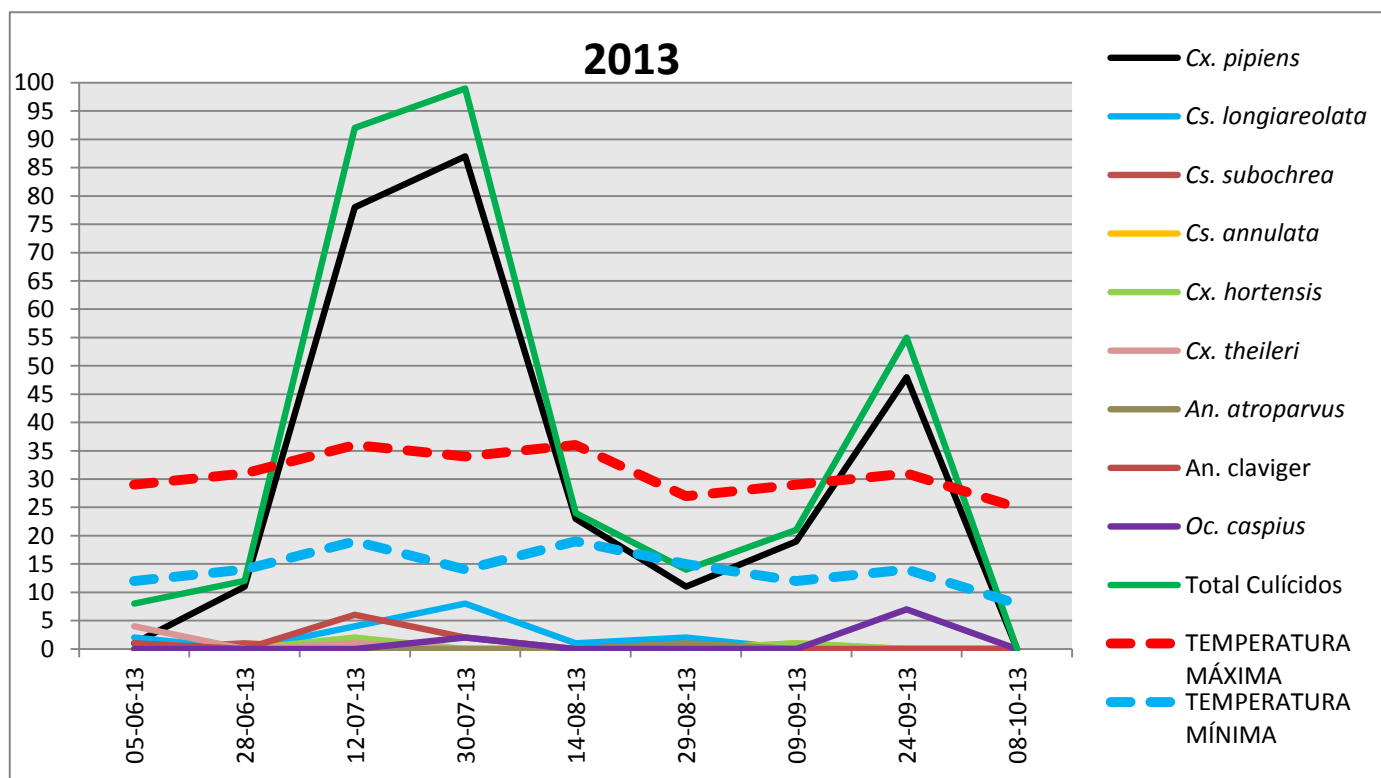


Figura V.17. Dinámica poblacional de las especies de culícidos capturadas durante los meses de muestreo de 2013.

### V.1.2. Análisis faunístico. Taxonomía, biología y distribución de las diferentes especies capturadas.

***Culex pipiens*** Linnaeus, 1758

#### Caracteres taxonómicos básicos:

- Palpos maxilares claramente más cortos que la probóscide en las hembras (Fig. V.18).



Figura V.18 Palpos maxilares (señalados con una flecha) más cortos que la probóscide.

- Ausencia de setas preespiraculares (Fig. V.20).
- Ausencia de setas postespiraculares.
- Ausencia de escamas postespiraculares.
- Borde posterior del escutelo trilobulado (Fig. V.19).

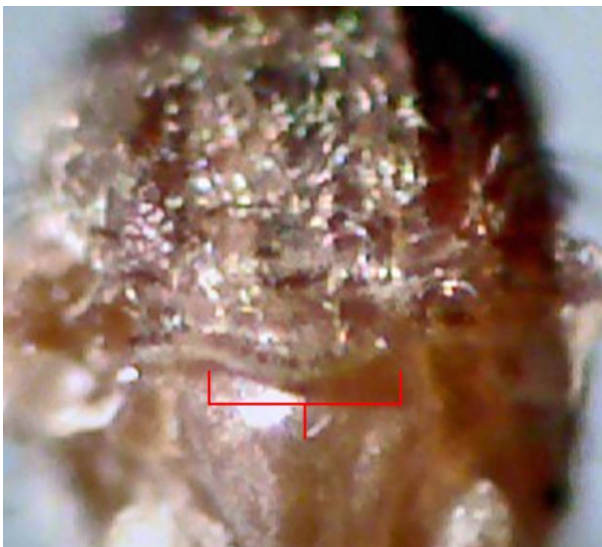


Figura V.19 Borde posterior del escutelo trilobulado.

- Seta mesepimeral inferior presente (Fig. V.20).

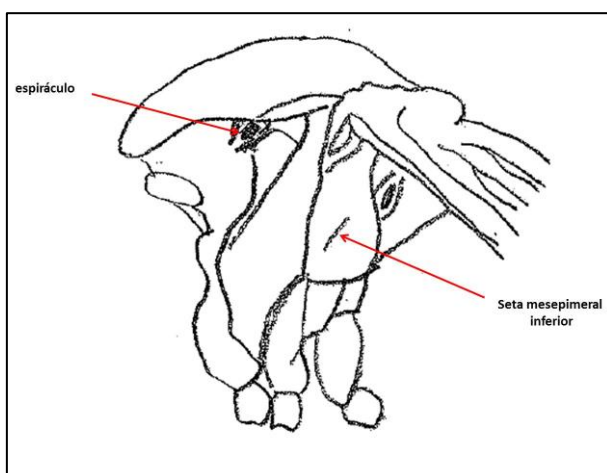


Figura V.20 La seta mesepimeral inferior aparece señalada con una flecha en la parte derecha de la imagen. En la parte superior izquierda se indica la situación del espiráculo, con ausencia de setas.

- Tergos abdominales III-VII con banda transverso-basal de escamas blancas (Fig. V.21)



Figura V.21 Imagen de bandas basales blancas en tergos abdominales.

- La subcosta llega a la costa a nivel de la bifurcación de  $R_{2+3}$  o algo más allá (Fig. V.22)

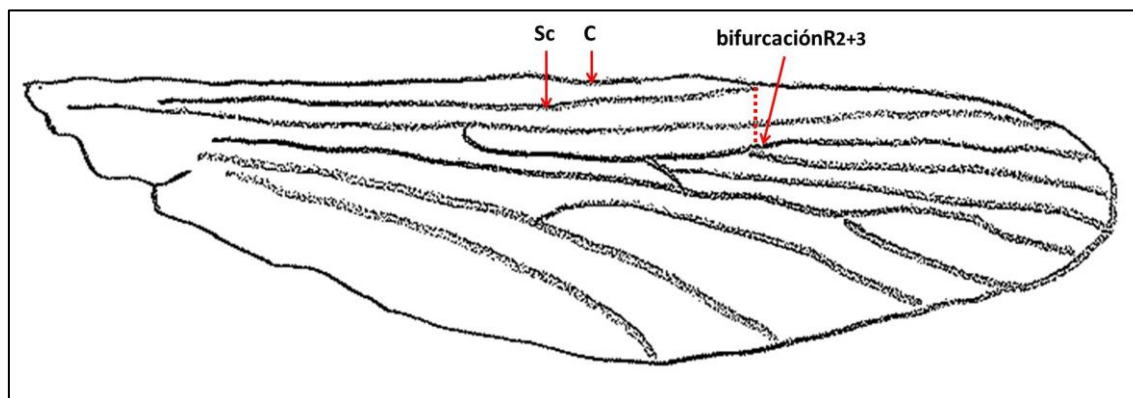


Figura V.22 Dibujo del ala de *Cx. pipiens* en el que se observa que la subcosta (Sc) alcanza la costa (C) al nivel de la bifurcación  $R_{2+3}$  (marcada por línea discontinua) o más allá.

**Distribución general y en España:** especie cosmopolita, distribuida por la región Holártica, este y sudeste de África, así como Sudamérica (STONE, 1959). En España aparece citada como especie muy extendida en todas las revisiones sobre culícidos (TORRES CAÑAMARES, 1979; ENCINAS GRANDES, 1982) y ha sido capturada siempre como una de las especies más abundantes por todas las regiones peninsulares, en altitudes que oscilan desde el nivel del mar hasta las superiores a 1300 m (MELERO ALCÍBAR, 2004; VÁZQUEZ GONZÁLEZ, 2010; BUENO MARÍ, 2009; LATORRE ESTÍVALIS, 2010).

**Biología y fenología:** se trata de una especie multivoltina que puede completar hasta 6 ciclos gonotróficos, con un estado hibernante que puede producirse en forma de larva o de hembra fecundada (LÓPEZ SÁNCHEZ, 1989). Algunos autores apuntan a la existencia de dos ecotipos, no diferenciados genéticamente, pero que muestran diferencias tróficas y reproductoras en función del tipo de hábitat larvario (SCHAFFNER y col., 2001). De esta forma, hablaríamos de *Cx. pipiens molestus* predominante en aguas más contaminadas y con un comportamiento antropofílico y urbano, con gran tendencia endofílica, siendo autógena y estenógama y que dominaría al resto de especies con las que cohabita; en aguas y ambientes no contaminados, rurales, predominaría la forma *Cx. pipiens pipiens*, ornitofílica, anautógena y eurígama, no dominante sobre el resto de especies con las que cohabita. Las hembras autógenas depositan en el agua navículas de entre 30

y 80 huevos, mientras que la anautógenas lo hacen en cantidad de 240 a 340. En general se necesitan de una a varias semanas para el desarrollo de las larvas hasta el estadio de imago, en función de la temperatura (BECKER y col., 2010).

En el caso de las hembras de las formas anautógenas, se ha descrito una diapausa invernal, escondida en cavidades, cuevas y otros lugares oscuros en los que la temperatura permanezca constante; dicha diapausa puede no tener lugar en el caso de las hembras autógenas, pudiéndose estas reproducir durante el invierno en ambientes urbanos, oscuros y más cálidos en los que haya agua (BECKER y col., 2010).

En cualquier caso, se trata de una especie que aprovecha al máximo sus posibilidades de supervivencia y capaz de soportar grandes variaciones de temperatura (LÓPEZ SÁNCHEZ, 1989), siendo así la especie más abundante en las áreas de estudio.

**Ejemplares capturados en la Base Aérea de Torrejón:** durante el periodo de estudio, *Cx. pipiens* fue la especie más abundante, representando un 85,78% del total de las capturas (Fig. V.1), recogándose un total de 1098 ejemplares. Dicha especie fue encontrada en todos los puntos de muestreo y durante todo el periodo de estudio, siendo T4 el punto que más ejemplares ofreció en todos los meses, seguido por T5 que también ofreció mayor número de ejemplares que el resto de puntos excepto en el mes de junio, en el que T4C dio mayor número de capturas de esta especie (Fig. V.23). No obstante, la abundancia de esta especie en T4C durante 2013 es muy superior a las capturas realizadas en T5 en todos los meses de dicho año, lo que muy probablemente sea debido a la presencia de agua en el cauce del arroyo durante todo el verano, gracias a las abundantes precipitaciones que tuvieron lugar durante el trimestre marzo-mayo. El hecho de poder soportar grandes variaciones de temperatura le permite estar presente de forma temprana en cada temporada, con mínimas de 8°C y 9°C como sucede en los años 2008 y 2011 (Tabla V.9; Figuras V.7 y V.13).

Fecha	T1	T2	T4	T4B	T4C	T5	T6	Nte	TM	Tm	H	Vvm	Fmd
30/05/08	-	-	-	-	-	1♀	1♀	2	19°C	9°C	73%	6,3	LI
02/07/08	-	-	8♂ 2♀	-	-	7♂ 4♀	1♀	22	29°C	15°C	36%	18,5	-
05/08/08	1♀	-	12♂ 4♀	-	-	3♂ 2♀	2♂ 4♀	28	37°C	20°C	23%	12,2	-
08/09/08	-	-	-	-	-	2♀	-	2	30°C	14°C	53%	13,7	-
30/04/09	-	-	1♀	-	-	-	-	1	17°C	9°C	64%	8,7	-
22/05/09	-	-	2♀	-	-	3♀	-	5	30°C	14°C	34%	12,6	T
04/06/09	-	-	12♂ 8♀	-	-	-	-	20	28°C	17°C	31%	11,1	-
25/06/09	-	-	15♂ 18♀	6♂ 4♀	-	3♂ 2♀	-	48	28°C	15°C	37%	20,7	-
09/07/09	-	-	10♂ 12♀	2♂	-	5♂ 9♀	-	38	32°C	18°C	33%	13,1	-
06/08/09	-	-	2♂ 20♀	1♂	-	3♂ 2♀	-	28	33°C	18°C	24%	12,4	-
21/08/09	-	-	5♂ 3♀	2♂ 1♀	-	6♂ 1♀	-	18	33°C	17°C	22%	10,6	-
04/09/09	-	1♀	1♂ 10♀	2♂ 3♀	-	7♂ 7♀	-	31	31°C	14°C	34%	13,9	-
22/09/09	-	-	1♂ 6♀	3♀	-	2♂	-	12	25°C	9°C	46%	10,4	-
07/10/09	-	-	3♂ 4♀	-	-	1♂ 2♀	-	10	24°C	14°C	57%	14,1	LI
26/05/10	-	1♂	2♀	-	-	-	-	3	23°C	11°C	49%	11,7	-
07/06/10	-	-	2♂ 4♀	-	-	2♂ 1♀	-	9	29°C	15°C	41%	13,1	-
25/06/10	-	-	6♂ 7♀	-	6♂ 5♀	4♀	-	28	32°C	18°C	51%	9,3	LI
12/07/10	-	-	3♂ 9♀	-	16♂ 1♀	3♂ 5♀	-	37	35°C	23°C	25%	11,9	-
29/07/10	-	-	1♂	-	1♂	1♂ 1♀	-	4	36°C	19°C	27%	12,4	-
18/08/10	-	-	3♂ 4♀	-	1♂ 1♀	3♂ 1♀	-	13	31°C	17°C	45%	7	-
30/08/10	-	1♂	3♀	-	8♂ 1♀	1♂ 3♀	-	17	34°C	17°C	18%	10,4	-
16/09/10	-	-	3♂ 4♀	-	5♂ 2♀	3♂ 2♀	-	19	25°C	17°C	58%	8	LI
29/09/10	-	1♀	-	-	-	-	-	1	26°C	8°C	41%	4,9	-
04/05/11	-	-	-	-	1♂	-	-	1	22°C	9°C	57%	7,6	-
19/05/11	-	-	-	-	-	-	-	-	18°C	12°C	67%	8,3	LI
07/06/11	-	-	1♂ 3♀	-	2♂ 1♀	2♂ 2♀	-	11	18°C	11°C	90%	4,1	LI
24/06/11	-	-	9♂ 7♀	-	2♂ 1♀	6♂ 1♀	-	26	33°C	15°C	35%	8,5	-
13/07/11	-	-	12♂ 3♀	-	1♂	-	-	16	24°C	15°C	46%	20,9	LI
29/07/11	-	-	9♂ 19♀	-	2♂ 1♀	5♂	-	36	34°C	18°C	32%	10,4	LI
15/08/11	-	-	3♂ 1♀	-	-	1♂	-	5	35°C	18°C	33%	6,3	-
05/09/11	-	-	2♀	-	-	5♀	-	7	28°C	12°C	40%	5,2	-
22/09/11	-	-	2♀	-	1♂	5♂ 1♀	-	9	29°C	12°C	35%	7	-
15/05/12	-	-	1♀	-	-	-	-	1	28°C	12°C	36%	10,9	-
01/06/12	-	1♀	3♂ 7♀	-	-	1♂	-	12	34°C	14°C	26%	8,1	-
22/06/12	-	-	10♂ 6♀	-	1♂ 1♀	7♂	-	25	31°C	13°C	26%	9,6	-
04/07/12	-	1♀	11♂ 17♀	-	1♀	28♂ 3♀	-	61	31°C	16°C	27%	11,5	-
20/07/12	-	1♀	18♂ 16♀	-	12♂ 3♀	28♂ 28♀	-	106	34°C	16°C	21%	14,8	-
01/08/12	-	-	8♂ 8♀	-	9♂ 4♀	9♂ 7♀	-	45	35°C	14°C	18%	15,4	-
14/08/12	-	-	6♂ 5♀	-	f	2♂ 3♀	-	16	32°C	15°C	27%	11,9	-
04/09/12	-	1♀	-	-	-	4♂ 1♀	-	6	28°C	14°C	40%	15,2	-
20/09/12	-	-	1♂ 3♀	-	-	14♂ 15♀	-	33	29°C	17°C	49%	7,2	-
05/06/13	-	-	2♂ 5♀	-	1♂ 1♀	-	-	9	29°C	12°C	41%	10,6	-
28/06/13	-	1♀	1♂	-	7♂ 1♀	1♀	-	11	31°C	14°C	23%	15,4	-
12/07/13	-	-	16♂ 34♀	-	14♂ 9♀	2♂ 3♀	-	78	36°C	19°C	25%	9,3	-
30/07/13	-	-	8♂ 13♀	-	44♂ 15♀	5♂ 2♀	-	87	34°C	14°C	22%	6,3	-
14/08/13	-	-	10♂ 6♀	-	1♂ 5♀	1♂	-	23	36°C	19°C	32%	5,9	-
29/08/13	-	-	5♀	-	2♂ 4♀	-	-	11	27°C	15°C	48%	12,4	-
09/09/13	-	-	8♂ 9♀	-	1♂	1♀	-	19	29°C	12°C	36%	6,5	-
24/09/13	-	-	23♂ 16♀	-	4♂ 3♀	2♀	-	48	31°C	14°C	39%	8,3	-

Tabla V.9. Información referente a las capturas de *Cx. pipiens* en los diferentes puntos de muestreo de la BATO. No se realizó muestreo (-). Número total de ejemplares (Nte), Temperatura máxima (TM). Temperatura mínima (Tm). Humedad relativa media (H). Velocidad media del viento (Vvm). Fenómeno meteorológico destacable (Fmd). Lluvia (LI).

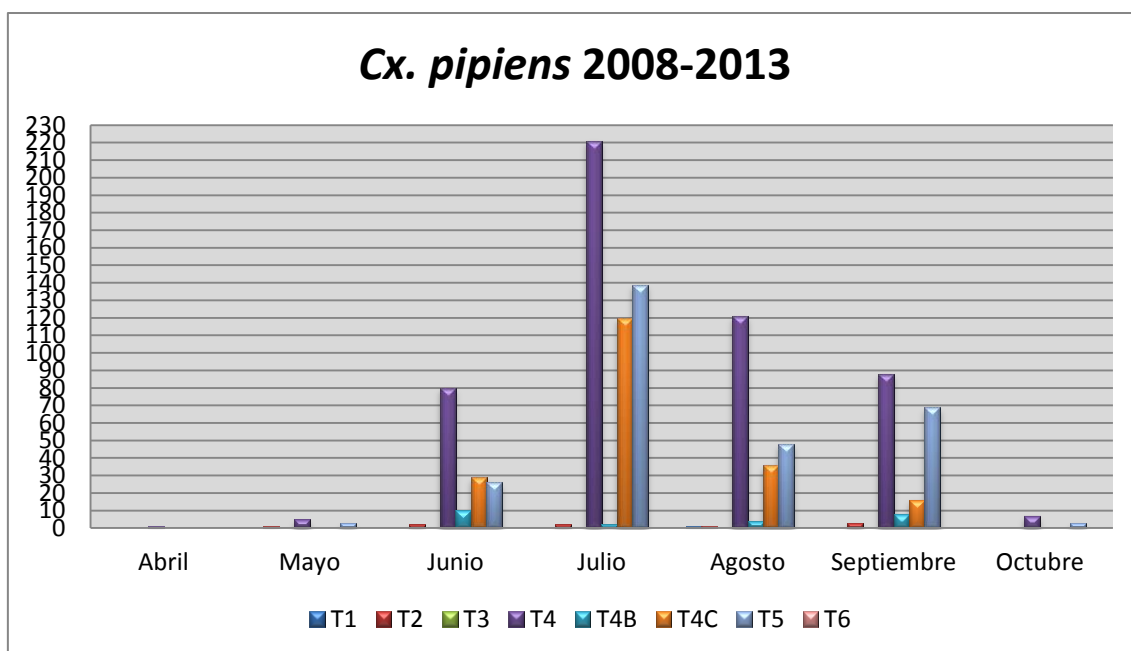


Figura V.23. Abundancia de *Cx. pipiens* por meses en el conjunto de temporadas 2008-2013 y por punto de muestreo.

**Importancia médico-veterinaria:** además de haberse aislado genoma de diversos flavivirus a partir de especímenes de *Cx. pipiens* (VÁZQUEZ GONZÁLEZ, 2010), se sabe que puede actuar como vector de algunos de ellos, entre los que destacan fiebre del Nilo Occidental (DEUBEL y ZELLER, 2001), para el que también constituye una especie puente entre las aves y el hombre (KILPATRICK y col., 2005); el virus Usutu (BUSQUETS y col., 2008) y el de la Encefalitis de San Luis (FOSTER y WALKER, 2009). También se le ha involucrado en la transmisión de otras familias de arbovirus, concretamente el virus de la fiebre del Valle del Rift, de la familia Bunyaviridae (FOSTER y WALKER, 2009). Asimismo ha sido relacionado con la transmisión de la filariasis canina producida por *Dirofilaria immitis* (MORCHÓN y col., 2007; YILDIRIM y col., 2011).

***Culex theileri*** Theobald, 1903

#### **Caracteres taxonómicos básicos:**

- Palpos maxilares claramente más cortos que la probóscide en las hembras.
- Ausencia de setas preespiraculares.

- Ausencia de setas postspiraculares.
- Presencia de escamas postspiraculares.
- Borde posterior del escutelo trilobulado.
- Tergos abdominales III-VII con banda transverso-basal de escamas blancas.
- Fémures y tibias con bandas longitudinales formadas por escamas blancas (Fig. V.24).



Figura V.24 Detalle de fémur y tibia de *Cx. theileri* con bandas blancas longitudinales (foto Melero Alcívar).

**Distribución general y en España:** presente en regiones Afrotropicales, Paleárticas (Mediterráneo, estepas Ucranianas y Crimea), Oriente Medio y Lejano Oriente (China e India) (BECKER y col., 2010). En España aparece citada en la mayoría de regiones, exceptuando Baleares, País Vasco, La Rioja, Cantabria, Asturias y Murcia (BUENO MARÍ y col., 2012).

**Biología y fenología:** se trata de una especie multivoltina que puede presentar 2 ó 3 generaciones al año, hibernando en estadio de imago y siendo bastante común durante el verano y otoño (SCHAFFNER y col., 2001).

Utiliza un amplio rango de zonas de cría, no siendo exigente en cuanto a sus biotopos larvarios, de tal forma que se la puede encontrar en cuerpos de agua dulce, salobre o sucia, tanto permanentes como temporales, constituyendo lugares comunes de cría las corrientes remansadas de ríos, pozos en desuso, acequias de riego, campos de arroz y áreas encharcadas o con agua estancada, con frecuencia contaminada (SIMSEK, 2004). Algunos autores califican esta especie como de tipo focal, que alcanza altas densidades



poblacionales en algunas áreas, siendo rara o estando ausente en otras (HARBACH, 1988).

Las hembras son preferentemente zoofílicas, aunque a veces se alimentan sobre humanos, haciéndolo preferiblemente en el exterior, si bien en ocasiones penetran en las viviendas para picar en interiores (BECKER y col., 2010).

**Ejemplares capturados en la Base Aérea de Torrejón:** durante el período de estudio, se capturaron 7 ejemplares hembra de esta especie en los años 2010 y 2013, en los puntos T4, T4C y T5; la mayoría de las capturas tuvo lugar en primavera y otoño, con temperaturas mínimas no superiores a 12°C, e incluso inferiores a 10°C; en verano únicamente se recogió 1 ejemplar a mediados de julio (Tabla V.10; Figuras V.11 y V.25).

Fecha	T2	T4	T4B	T4C	T5	T6	Nte	TM	Tm	H	Vvm	Fmd
26/05/10	-	-	-	-	1♀	-	1	23°C	11°C	49%	11,7	-
29/09/10	-	-	-	-	1♀	-	1	26°C	8°C	41%	4,9	-
05/06/13	-	2♀	-	2♀	-	-	4	29°C	12°C	41%	10,6	-
12/07/13	-	1♀	-	-	-	-	1	36°C	19°C	25%	9,3	-

Tabla V.10. Información referente a las capturas de *Cx. theileri* en los diferentes puntos de muestreo de la BATO. No se realizó muestreo (-). Número total de ejemplares (Nte), Temperatura máxima (TM). Temperatura mínima (Tm). Humedad relativa media (H). Velocidad media del viento (Vvm). Fenómeno meteorológico destacable (Fmd).

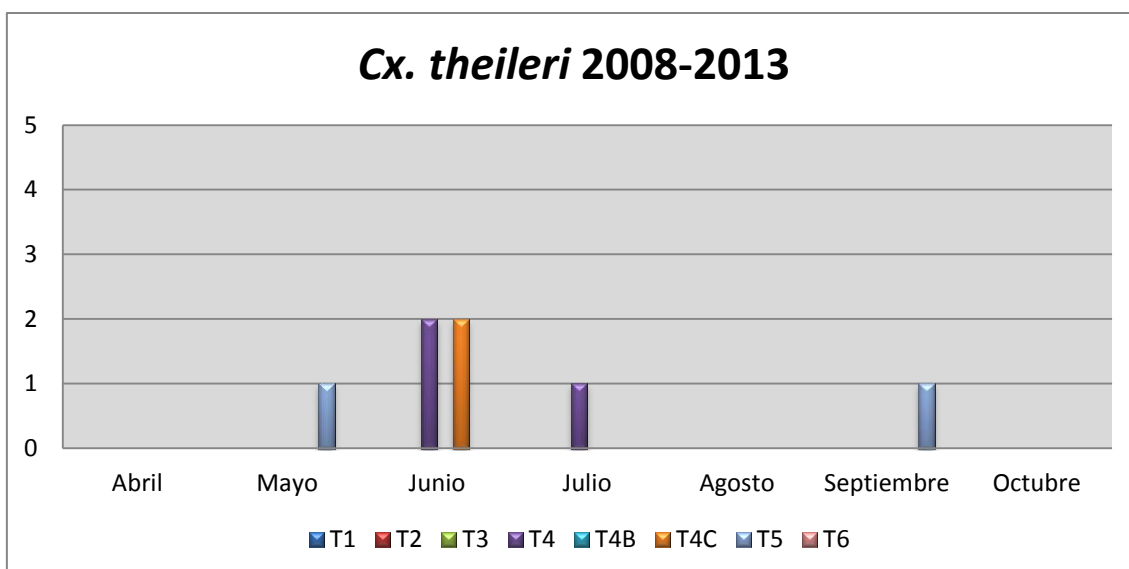


Figura V.25. Abundancia de *Cx. theileri* por meses en el conjunto de temporadas 2008-2013 y por punto de muestreo.

**Importancia médico-veterinaria:** existen citas sobre la presencia de especímenes portadores de virus, como fiebre del Nilo Occidental y Sindbis (SCHAFFNER y col., 2001). Desde el punto de vista veterinario, podría intervenir en la transmisión de *Dirofilaria immitis* (ARANDA y col., 1998) en la especie canina y del virus de la fiebre del Valle del Rift entre el ganado (FOSTER y WALKER, 2009).

***Culex hortensis*** Ficalbi, 1889

**Caracteres taxonómicos básicos:**

- Palpos maxilares claramente más cortos que la probóscide en las hembras, con escamas oscuras y pálidas.
- Ausencia de setas preespiraculares.
- Ausencia de setas postespiraculares.
- Presencia de escamas postespiraculares y prealares.
- Borde posterior del escutelo trilobulado

- Tergos abdominales III-VII con banda transverso-apical de escamas blancas (Fig. V.26).
- Parche de escamas blancas en la zona apical de tibia posterior.



Figura V.26 Bandas blancas apicales en los tergos abdominales de *Cx. hortensis* (foto Melero Alcívar).

**Distribución general y en España:** especie de distribución paleártica, presente en toda Europa, excepto en los países nórdicos (SCHAFFNER y col., 2001). En España aparece citada en todas las comunidades autónomas a excepción de Cantabria y País Vasco (BUENO MARÍ y col., 2012).

**Biología y fenología:** no es mucho lo que se conoce sobre estos aspectos de la especie al no hallarse en grandes cantidades salvo esporádicamente. Es una especie multivoltina y estenógama que aparece desde la primavera hasta el otoño pero que desaparece con las primeras heladas, hibernando las hembras en lugares oscuros, protegidos y húmedos. Las larvas se desarrollan en una gran variedad de ambientes acuáticos, desde agua limpia hasta aquella que contenga gran cantidad de materia orgánica, pero habitualmente soleada y estancada. Las hembras no se suelen alimentar de humanos, ni siquiera de otros mamíferos, sino que prefieren batracios y reptiles (SCHAFFNER y col., 2001; BECKER y col., 2010).

**Ejemplares capturados en la Base Aérea de Torrejón:** en los 6 años de muestreo se capturaron 5 ejemplares, repartidos en los años 2009 y 2013. Se recogieron en primavera, verano e invierno, siendo destacable que de todas las especies recogidas fue la que más tempranamente apareció, haciéndolo con temperaturas mínimas relativamente bajas (6°C en abril, pero también fue

capturada en la última semana de septiembre con una mínima de 9°C) (Tabla V.11 y Fig. V.27).

Fecha	T2	T4	T4B	T4C	T5	T6	Nte	TM	Tm	H	Vvm	Fmd
15/04/09	-	1♀	-	-	-	-	1	13°C	6°C	72%	19,6	LI
22/09/09	-	-	1♂	-	-	-	1	25°C	9°C	46%	10,4	-
12/07/13	-	1♀	-	1♀	-	-	2	36°C	19°C	25%	9,3	-
09/09/13	-	1♀	-	-	-	-	1	29°C	12°C	36%	6,5	-

Tabla V.11. Información referente a las capturas de *Cx. hortensis* en los diferentes puntos de muestreo de la BATO. No se realizó muestreo (-). Número total de ejemplares (Nte), Temperatura máxima (TM), Temperatura mínima (Tm), Humedad relativa media (H), Velocidad media del viento (Vvm), Fenómeno meteorológico destacable (Fmd), Lluvia (LI).

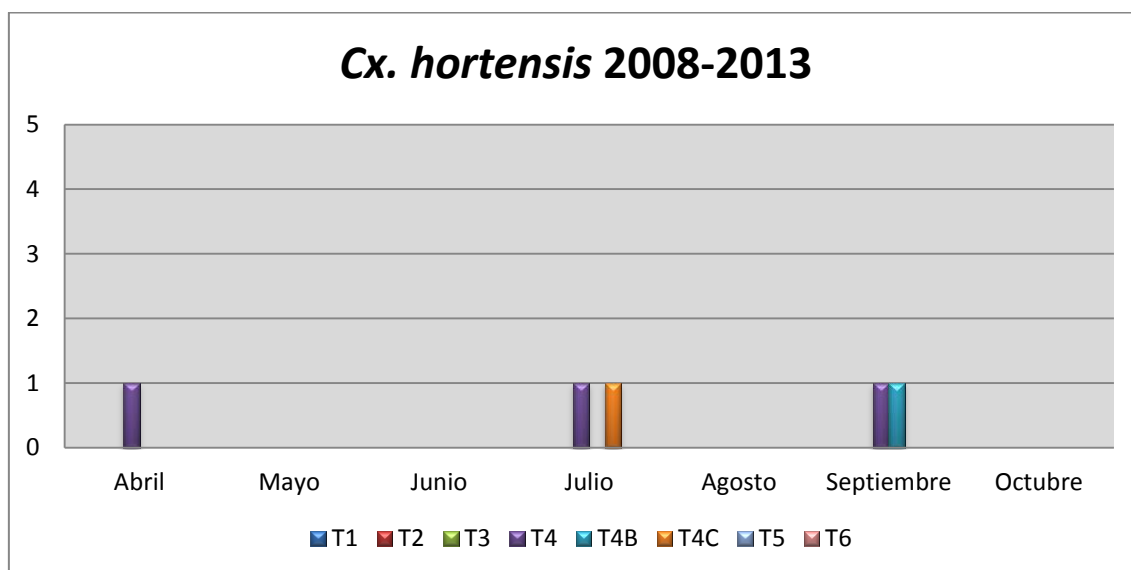


Figura V.27. Abundancia de *Cx. hortensis* por meses en el conjunto de temporadas 2008-2013 y por punto de muestreo.

**Importancia médico-veterinaria:** al tratarse de una especie que se alimenta fundamentalmente sobre reptiles y anfibios, poco se sabe acerca de su importancia en la transmisión de enfermedades.

***Culiseta longiareolata*** (Maquart, 1938)

#### Caracteres taxonómicos básicos:

- Palpos maxilares claramente más cortos que la probóscide en las hembras.
- Presencia de setas preespiraculares (Fig. V.28).



Figura V.28 Setas preespiraculares marcadas con una flecha roja.

- Presencia de escamas postespiraculares.
- Borde posterior del escutelo trilobulado.
- Presencia de escamas en la zona dorsal del tórax formando líneas blanquecinas longitudinales bien definidas.

**Distribución general y en España:** especie distribuida por la región Oriental, Afrotropical y la parte meridional de la región Paleártica; en Europa es común en los países mediterráneos, existiendo citas de su presencia en el norte de Francia, Reino Unido y Alemania (SCHAFFNER y col., 2001; BECKER y HOFFMANN, 2011b). En España se encuentra ampliamente difundida tanto en el territorio peninsular como en las islas, faltando citas únicamente en País Vasco y Cantabria (BUENO MARÍ y col., 2012).

**Biología y fenología:** las hembras de esta especie son multivoltinas, estenógamas y autógenas. La especie muestra una diapausa invernal en el estadio larvario en las regiones templadas, mientras que las hembras pueden hibernar en las regiones más frías (SCHAFFNER y col., 2001). Las larvas se hallan en hábitats muy variados, siendo más frecuente su presencia en recipientes artificiales de pequeñas dimensiones que en cuerpos de agua naturales, pudiendo tolerar altos niveles de contaminación; normalmente se encuentran en la superficie, descendiendo únicamente si son molestadas (BECKER y col., 2010). Ha sido descrita en condiciones de laboratorio su capacidad predadora sobre larvas de otras especies de mosquitos (SHAALAN, 2012). En las regiones más templadas las hembras pueden estar presentes

desde febrero a noviembre y habitualmente se alimentan picando a las aves; raramente penetran en viviendas o se alimentan sobre humanos (BECKER y col., 2010).

**Ejemplares capturados en la Base Aérea de Torrejón:** *Cs. longiareolata* fue la segunda especie más abundante en la BATO en el conjunto de años 2008-2013 después de *Cx. pipiens*, representando el 6,48% de los culícidos capturados, con un total de 83 ejemplares (Figura V.1 y Tabla V.1). Apareció en la mayoría de puntos de muestreo, estando únicamente ausente en T1 y T6, en los que solo se muestreó en 2008 y en T2 (interior de un hangar), si bien la mayor parte de capturas corresponden al punto T4. Los primeros ejemplares aparecen durante el mes de mayo en los años 2009 y 2010 y la especie se ha mantenido activa en algún caso hasta octubre (año 2009), a pesar de recogerse en un día lluvioso, bien es cierto que con temperaturas mínimas todavía suaves. Casi todos los ejemplares se capturaron en jornadas en las que las temperaturas mínimas superaban los 10°C, aunque en una ocasión con temperatura mínima de 9°C fueron capturados 3 ejemplares (septiembre de 2009) (Tabla V.12 y Fig. V.29).

Fecha	T1	T2	T4	T4B	T4C	T5	T6	Nte	TM	Tm	H	Vvm	Fmd
02/07/08	-	-	1♀	-	-	-	-	1	29°C	15°C	36%	18,5	-
05/08/08	-	-	-	-	-	4♂ 1♀	-	5	37°C	20°C	23%	12,2	-
22/05/09	-	-	1♂	-	-	-	-	1	30°C	14°C	34%	12,6	T
25/06/09	-	-	1♂	-	-	-	-	1	28°C	15°C	37%	20,7	-
09/07/09	-	-	2♂ 1♀	-	-	-	-	3	32°C	18°C	33%	13,1	-
06/08/09	-	-	4♂ 3♀	-	-	-	-	7	33°C	18°C	24%	12,4	-
21/08/09	-	-	1♂	1♂	-	1♂	-	3	33°C	17°C	22%	10,6	-
04/09/09	-	-	1♂ 1♀	-	-	-	-	2	31°C	14°C	34%	13,9	-
22/09/09	-	-	2♂ 1♀	-	-	-	-	3	25°C	9°C	46%	10,4	-
07/10/09	-	-	1♂	1♂	-	-	-	2	24°C	14°C	57%	14,1	LI
26/05/10	-	-	1♀	-	-	-	-	1	23°C	11°C	49%	11,7	-
07/06/10	-	-	1♀	-	-	-	-	1	29°C	15°C	41%	13,1	-
25/06/10	-	-	-	-	1♂	-	-	1	32°C	18°C	51%	9,3	LI
12/07/10	-	-	4♂	-	2♂ 2♀	-	-	8	35°C	23°C	25%	11,9	-
24/06/11	-	-	1♂	-	-	-	-	1	33°C	15°C	35%	8,5	-
13/07/11	-	-	2♂	-	-	-	-	2	24°C	15°C	46%	20,9	LI
15/08/11	-	-	2♂	-	-	-	-	2	35°C	18°C	33%	6,3	-
22/06/12	-	-	1♂	-	1♂	-	-	2	31°C	13°C	26%	9,6	-
04/07/12	-	-	1♂ 1♀	-	-	-	-	2	31°C	16°C	27%	11,5	-
20/07/12	-	-	4♂ 4♀	-	-	-	-	8	34°C	16°C	21%	14,8	-
01/08/12	-	-	4♂	-	-	-	-	4	35°C	14°C	18%	15,4	-
14/08/12	-	-	2♂ 1♀	-	-	-	-	3	32°C	15°C	27%	11,9	-
04/09/12	-	-	2♂	-	-	-	-	2	28°C	14°C	40%	15,2	-
20/09/12	-	-	1♂	-	-	-	-	1	29°C	17°C	49%	7,2	-
05/06/13	-	-	2♀	-	-	-	-	2	29°C	12°C	41%	10,6	-
12/07/13	-	-	2♂ 2♀	-	-	-	-	4	36°C	19°C	25%	9,3	-
30/07/13	-	-	3♂ 3♀	-	1♂ 1♀	-	-	8	34°C	14°C	22%	6,3	-
14/08/13	-	-	-	-	1♀	-	-	1	36°C	19°C	32%	5,9	-
29/08/13	-	-	-	-	1♂ 1♀	-	-	2	27°C	15°C	48%	12,4	-

Tabla V.12. Información referente a las capturas de *Cs. longiareolata* en los diferentes puntos de muestreo de la BATO. No se realizó muestreo (-). Número total de ejemplares (Nte), Temperatura máxima (TM). Temperatura mínima (Tm). Humedad relativa media (H). Velocidad media del viento (Vvm). Fenómeno meteorológico destacable (Fmd). Lluvia (LI). Tormenta (T).

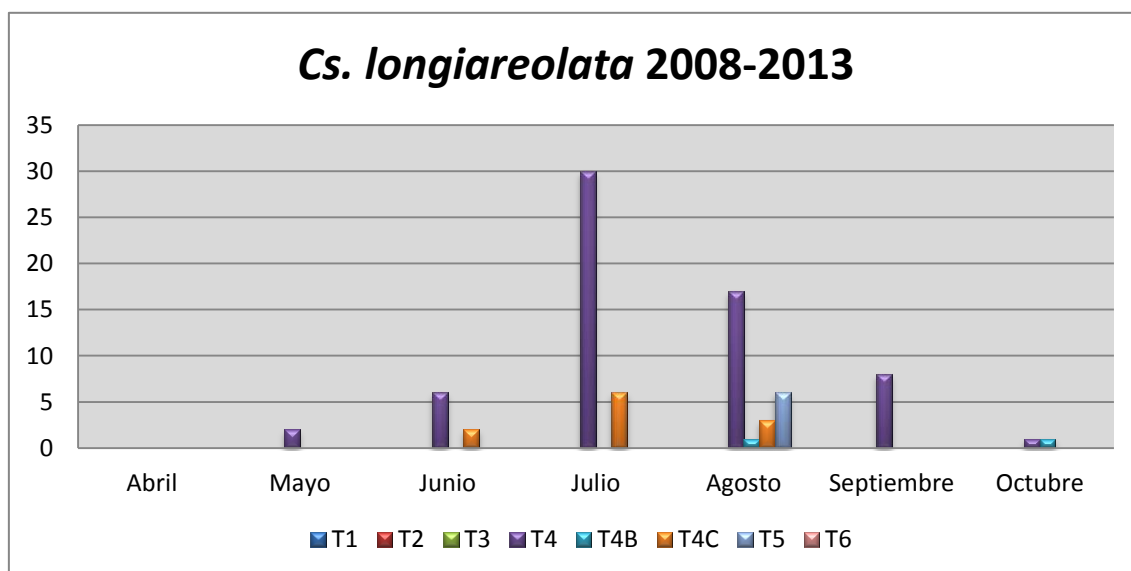


Figura V.29. Abundancia de *Cs. longiareolata* por meses en el conjunto de temporadas 2008-2013 y por punto de muestreo.

**Importancia médico-veterinaria:** esta especie raramente se alimenta de sangre humana y al parecer tiene preferencias ornitofílicas pudiendo actuar como vector de plasmodios aviáres; laboratorialmente ha podido ser infectada con fiebre del Nilo Occidental (SCHAFFNER y col., 2001).

***Culiseta annulata*** (Schränk, 1776)

**Caracteres taxonómicos básicos:**

- Palpos maxilares claramente más cortos que la probóscide en las hembras.
- Presencia de setas preespiraculares.
- Presencia de escamas postespiraculares.
- Borde posterior del escutelo trilobulado.
- Ausencia de escamas en la zona dorsal del tórax formando líneas blanquecinas longitudinales bien definidas.
- Tergos abdominales III-V con banda basal pálida bien definida, siendo el resto del tergo uniformemente oscuro al carecer de escamas amarillentas.

**Distribución general y en España:** especie distribuida por la región Paleártica y Afrotropical (SCHAFFNER y col., 2001). En España se halla citada prácticamente en toda la zona peninsular a excepción de País Vasco, Murcia y algunas provincias de Castilla y León, Galicia, Cataluña, Castilla La Mancha, Aragón y Andalucía. También se halla presente en Canarias y Baleares (BUENO MARÍ, 2012). Ha sido descrita en numerosas ocasiones en la Comunidad de Madrid, incluyendo el término municipal de Torrejón de Ardoz (MELERO ALCÍBAR, 2004).

**Biología y fenología:** especie multivoltina que en función de la latitud puede dar 1-3 generaciones al año. Cría en una gran variedad de ambientes acuáticos permanentes y semipermanentes hallándose las larvas en charcas, acequias, zanjas inundadas, canales de desagüe o recipientes con agua de lluvia. También pueden soportar altos niveles de salinidad, hallándose en ocasiones en aguas salobres. Asimismo suele ser abundante en agua de depósitos con estiércol ya que parece que las hembras se ven atraídas por los



altos contenidos de nitrógeno para realizar la puesta (BECKER y col., 2010). Las larvas en cuarto estadio son capaces de sobrevivir al invierno en el agua bajo una capa de hielo (LÓPEZ SÁNCHEZ, 1989), aunque también en la fase adulta pueden hacerlo resguardándose en establos y otras construcciones (BECKER y col., 2010). Las hembras pican a todos los vertebrados de sangre caliente, preferentemente aves y, aunque son exofílicas, pueden entrar en viviendas y establos para alimentarse (SCHAFFNER y col., 2001).

**Ejemplares capturados en la Base Aérea de Torrejón:** en los años que se muestreó, únicamente fueron capturados 2 ejemplares hembra durante la temporada de 2013, en julio y septiembre, en los puntos T4C y T5 respectivamente (Tabla V.13 y Fig. V.30). El año 2013 ofreció en general mayor cantidad de capturas en el punto T4C durante el mes de julio, en comparación con años anteriores, lo que posiblemente esté relacionado con el mantenimiento del caudal de agua durante la estación de verano dicho año.

Fecha	T2	T4	T4B	T4C	T5	T6	Nte	T	Tm	H	Vvm	Fmd
12/07/13	-	-	-	1♀	-	-	1	36°C	19°C	25%	9,3	-
09/09/13	-	-	-	-	1♀	-	1	29°C	12°C	36%	6,5	-

Tabla V.13. Información referente a las capturas de *Cs. annulata* en los diferentes puntos de muestreo de la BATO. No se realizó muestreo (-). Número total de ejemplares (Nte), Temperatura máxima (TM). Temperatura mínima (Tm). Humedad relativa media (H). Velocidad media del viento (Vvm). Fenómeno meteorológico destacable (Fmd).

**Importancia médico-veterinaria:** puede actuar como vector del virus Tahyna, del que ha sido aislado en la naturaleza (FOSTER y WALKER, 2009; LABUDA, 2001) y del virus de la mixomatosis en conejos; igualmente es transmisor de plasmodios aviares (SCHAFFNER y col., 2001).

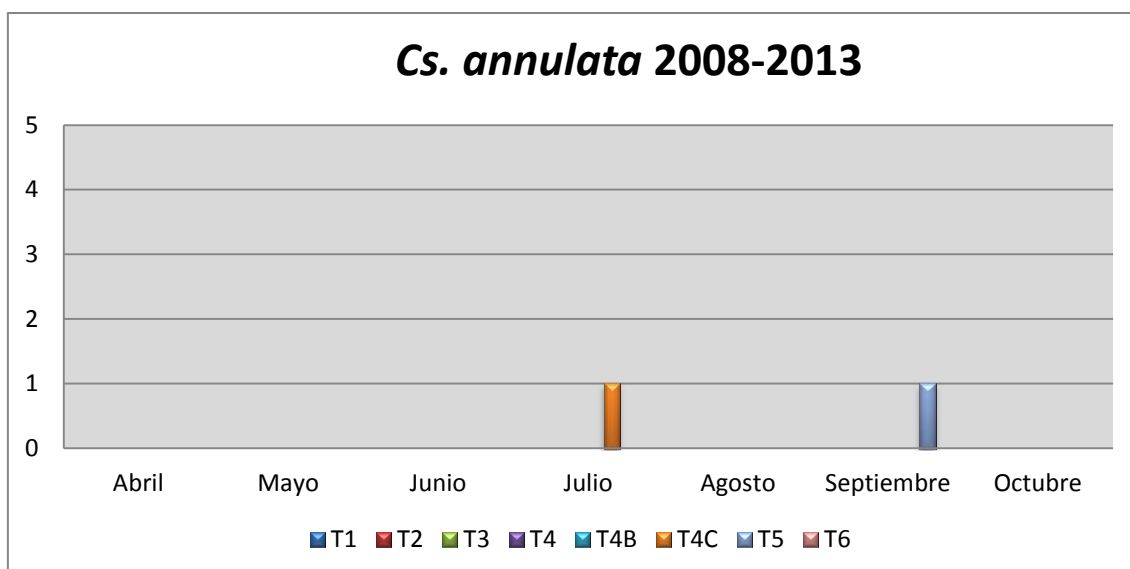


Figura V.30. Abundancia de *Cs. annulata* por meses en el conjunto de temporadas 2008-2013 y por punto de muestreo.

### ***Culiseta subochrea* Edwards, 1921**

#### **Caracteres taxonómicos básicos:**

- Palpos maxilares claramente más cortos que la probóscide en las hembras.
- Presencia de setas preespiraculares.
- Presencia de escamas postespiraculares.
- Borde posterior del escutelo trilobulado.
- Ausencia de escamas en la zona dorsal del tórax formando líneas blanquecinas longitudinales bien definidas.
- Tergos abdominales III-V con banda basal más pálida muy poco definida, al estar los tergos casi completamente cubiertos por escamas amarillentas.
- En los machos, puede diferenciarse de *Cs. annulata* por medio de la genitalia. *Cs. subochrea* presenta 3-5 setas en el lóbulo basal del gonocoxito, mientras que *Cs. annulata* tiene 2 setas en esta estructura (Fig. V. 31).

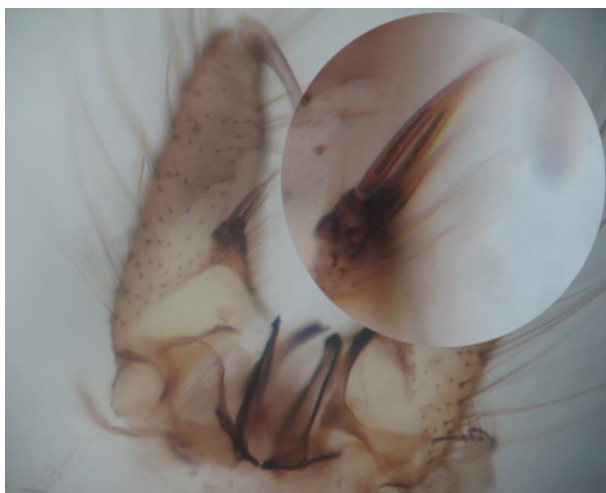


Figura V.31 Detalle del lóbulo basal del gonocoxito de *Cs. subochrea* mostrando 3-5 setas (foto Melero Alcívar).

**Distribución general y en España:** esta especie se halla distribuida por la zona meridional de la región Paleártica, norte de África, Oriente Medio y Asia Central (SCHAFFNER y col., 2001). En España las citas se circunscriben a la zona peninsular y, dentro de esta, a las comunidades de Galicia, Cantabria, País Vasco, Cataluña, Extremadura, Castilla y León, Madrid, Aragón, Comunidad Valenciana y Andalucía (BUENO MARÍ y col., 2012). Ha sido también citada en la BATO en un muestreo puntual realizado en 2001 (MELERO ALCÍBAR, 2004).

**Biología y fenología:** se comporta como una especie univoltina en las zonas situadas más al norte y como multivoltina en las regiones meridionales (SCHAFFNER y col., 2001). Las hembras hibernan en establos, sótanos y huecos subterráneos con temperatura más suave, aunque en las zonas meridionales también existen fases larvarias hibernantes. Las larvas viven en aguas dulces de acequias, zanjas, charcos, cunetas o recipientes de jardín entre otros, aunque también toleran aguas ligeramente saladas (BECKER y col., 2010). Si la temperatura invernal es suave, algunas larvas pueden desarrollarse dando hembras que serán estenógamas y autógenas. Las hembras se alimentan tanto sobre humanos como de los animales domésticos y se pueden comportar de forma exofágica, fundamentalmente en los meses de verano, o endofágica, en función de las oportunidades que se les presenten (SCHAFFNER y col., 2001).

**Ejemplares capturados en la Base Aérea de Torrejón:** como se observa en la Tabla V.14 y Fig. V.32, se capturaron un total de 35 ejemplares (2,73% del total de culícidos), siendo la mayoría de ellos (80%) recogidos en el punto de muestreo denominado T5, zona bastante protegida por la vegetación y junto a la charca del campo de golf que normalmente presenta altos niveles de eutrofización. La mayoría de ejemplares se recogieron en junio del año 2010, siendo el día en que más especímenes se capturaron uno con precipitaciones aunque con temperatura máxima de 32°C y mínima de 18°C. En ese mes de junio se inicia además un incremento poblacional significativo del resto de especies de culícidos, lo que se observa en la Figura V.11; sin embargo, el menor número de capturas tiene lugar en 2012, coincidiendo con el mayor número de ejemplares de *Cx. pipiens* (Fig. V.15) recogidos principalmente en T5. Las primeras capturas de *Cs. subochrea* se producen durante el mes de mayo, o incluso a finales de abril, manteniéndose presente alguno de los años hasta el mes de septiembre, pero apareciendo en casi todos los casos con temperaturas mínimas por encima de 10°C.

Fecha	T2	T4	T4B	T4C	T5	T6	Nte	TM	Tm	H	Vvm	Fmd
02/07/08	-	-	-	-	1♂1♀	-	2	29°C	15°C	36%	18,5	-
30/04/09	-	-	-	-	1♀	-	1	17°C	9°C	64%	8,7	-
22/05/09	-	-	-	-	3♀	-	3	30°C	14°C	34%	12,6	T
04/06/09	-	1♂1♀	-	-	1♂	-	3	28°C	17°C	31%	11,1	-
25/06/09	-	-	-	-	1♀	-	1	28°C	15°C	37%	20,7	-
26/05/10	-	-	-	-	1♂	-	1	23°C	11°C	49%	11,7	-
07/06/10	-	3♂	-	-	2♀	-	5	29°C	15°C	41%	13,1	-
25/06/10	-	-	-	-	4♂5♀	-	9	32°C	18°C	51%	9,3	LI
12/07/10	-	-	-	-	2♀	-	2	35°C	23°C	25%	11,9	-
30/08/10	-	-	-	-	1♀	-	1	34°C	17°C	18%	10,4	-
16/09/10	-	1♂	-	1♀	1♀	-	3	25°C	17°C	58%	8	LI
13/07/11	-	-	-	-	1♂	-	1	24°C	15°C	46%	20,9	-
22/09/11	-	-	-	-	1♀	-	1	29°C	12°C	35%	7	-
04/07/12	-	-	-	-	1♀	-	1	31°C	16°C	27%	11,5	-
28/06/13	-	-	-	-	1♂	-	1	31°C	14°C	23%	15,4	-

Tabla V.14. Información referente a las capturas de *Cs. subochrea* en los diferentes puntos de muestreo de la BATO. No se realizó muestreo (-). Número total de ejemplares (Nte), Temperatura máxima (TM). Temperatura mínima (Tm). Humedad relativa media (H). Velocidad media del viento (Vvm). Fenómeno meteorológico destacable (Fmd). Lluvia (LI).

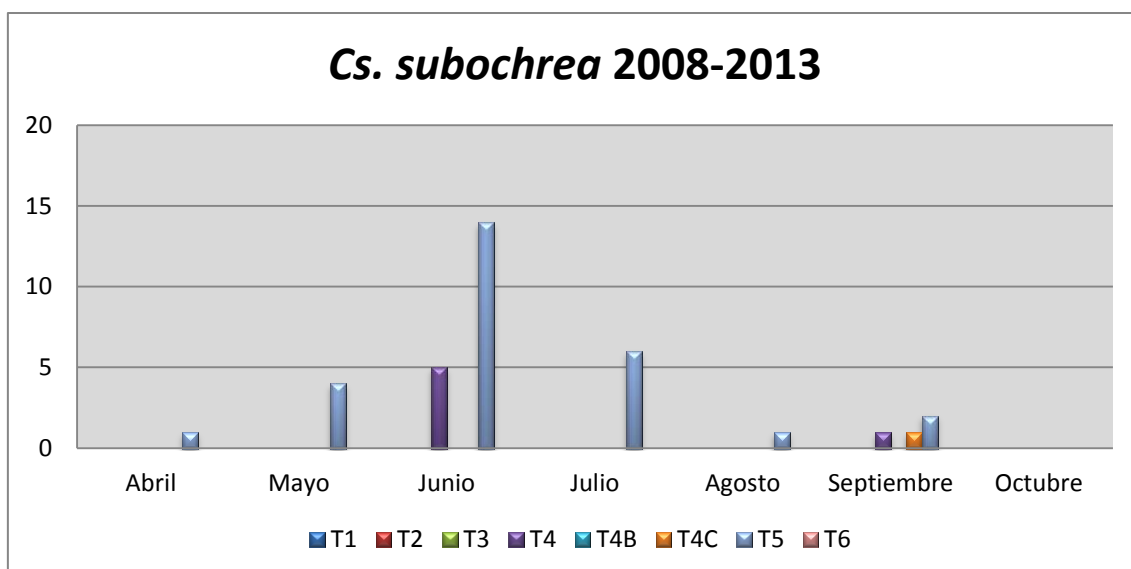


Figura V.32. Abundancia de *Cs. subochrea* por meses en el conjunto de temporadas 2008-2013 y por punto de muestreo.

**Importancia médico-veterinaria:** se desconoce el papel que pudiera desempeñar esta especie como vector.

***Ochlerotatus caspius* (Pallas, 1771)**

**Caracteres taxonómicos básicos:**

- Palpos maxilares claramente más cortos que la probóscide en las hembras.
- Borde posterior del escutelo trilobulado.
- Ausencia de setas preespiraculares.
- Escutum con escamas amarillas y dos líneas estrechas longitudinales de escamas blancas.
- Seta mesepimeral inferior presente.
- Los tergos abdominales presentan unas bandas amarillentas más anchas en la parte central y una franja dorsal del mismo color y de longitud variable (Fig. V.33).



Figura V.33 Tergos abdominales de *Oc. caspius* con su característico patrón de bandas amarillentas.

- En los machos es característica en la genitalia la presencia de 2 espinas cercanas entre sí en el lóbulo basal del gonocoxito; la más larga se curva pronunciadamente sobre sí misma (Fig. V. 34).



Figura V.34 Genitalia de *Oc. caspius* con la presencia en el gonocoxito de 2 espinas. La más larga se curva sobre sí misma (flecha roja).

**Distribución general y en España:** Se trata de una especie de distribución paleártica citada desde Europa hasta China, el norte de África y Asia Central; en Europa aparece distribuida desde Inglaterra hasta Rusia (BECKER y col., 2010). En España está ha sido descrita en numerosas ocasiones, tanto en la zona peninsular como en las islas, faltando únicamente citas en Asturias (BUENO MARÍ y col., 2012). Ha sido también citada en la BATO en un muestreo puntual realizado en 2001 (MELERO ALCÍBAR, 2004).

**Biología y fenología:** es una especie multivoltina que puede estar presente durante todo el año en las regiones más cálidas y que pasa normalmente el invierno en forma de huevo, al resistir estos la desecación y las temperaturas extremas; excepcionalmente hibernan las hembras adultas. Los lugares de cría son muy variados, siendo muy abundante en las zonas de marismas, dada su gran resistencia a elevadas concentraciones salinas en el agua, pero también aparece en cuerpos de agua dulce como charcas, cultivos de arroz y aguas remansadas con abundante vegetación o con el fondo fangoso (SCHAFFNER y col., 2001).

Las hembras son exofágicas pero penetran sin problema en el interior de viviendas y establos para picar tanto a los animales como a las personas, especialmente en el crepúsculo, aunque pueden actuar por el día y por la noche pudiendo volar distancias de hasta 10 Km en busca de sangre (BECKER y col., 2010).

**Ejemplares capturados en la Base Aérea de Torrejón:** en las diferentes temporadas de muestreo se capturaron 10 ejemplares de esta especie. El primer ejemplar capturado apareció en el mes de junio en el año 2010, mientras que el resto fue capturado en 2013, la mayoría en el punto T4 durante el mes de septiembre. En todos los casos las temperaturas de los días en que se capturaron tuvieron mínimas bastante suaves (Tabla V.15 y Fig. V.35).

Fecha	T2	T4	T4B	T4C	T5	T6	Nte	TM	Tm	H	Vvm	Fmd
07/06/10	-	1♀	-	-	-	-	1	29°C	15°C	41%	13,1	-
30/07/13	-	1♀	-	1♂	-	-	2	34°C	14°C	22%	6,3	-
24/09/13	-	3♂4♀	-	-	-	-	7	31°C	14°C	39%	8,3	-

Tabla V.15. Información referente a las capturas de *Oc. caspius* en los diferentes puntos de muestreo de la BATO. No se realizó muestreo (-). Número total de ejemplares (Nte), Temperatura máxima (TM). Temperatura mínima (Tm). Humedad relativa media (H). Velocidad media del viento (Vvm). Fenómeno meteorológico destacable (Fmd).

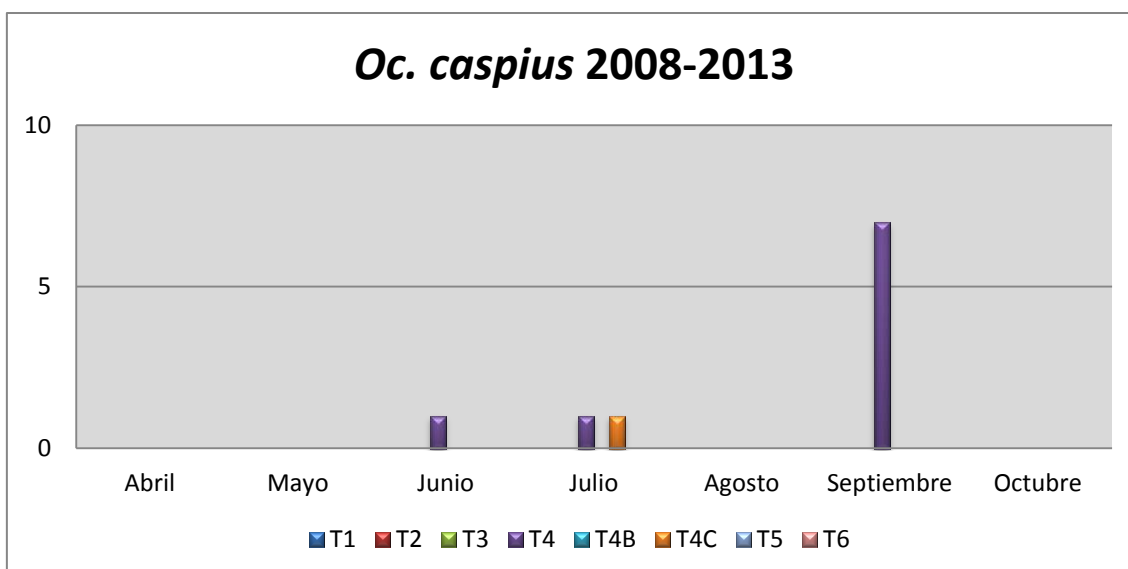


Figura V.35. Abundancia de *Oc. caspius* por meses en el conjunto de temporadas 2008-2013 y por punto de muestreo.

**Importancia médico-veterinaria:** esta especie ha sido implicada en la transmisión de arbovirus como el virus Tahyna (LABUDA, 2001) y diversos Flavivirus, incluyendo fiebre del Nilo Occidental (VÁZQUEZ GONZÁLEZ, 2010; SCHAFFNER y col., 2001). Asimismo se le ha involucrado como vector de *Dirofilaria immitis* y *Setaria labiatopapillosa* en animales (CANCRINI y col., 1997; ARANDA y col., 1998; LATROFA y col., 2012).

***Anopheles claviger*** (Meigen, 1804)

#### Caracteres taxonómicos básicos:

- Palpos maxilares en las hembras aproximadamente tan largos como la probóscide; en los machos terminan en forma de maza (Fig. III.4).
- Los palpos y la probóscide son oscuros en su totalidad, sin escamas blanquecinas.
- El vértex presenta un mechón de setas blanquecinas dirigidas hacia la parte frontal (Fig. V.36).





Figura V.36 Cabeza de *An. claviger* con mechón de setas blanquecinas dirigidas frontalmente en el vértex.

- Borde posterior del escutelo uniformemente redondeado y con setas oscuras distribuidas de manera regular. El escutelo es marrón, más oscuro en el centro.
- Las escamas de las venas alares son oscuras, uniformemente distribuidas y sin formar manchas más oscuras o claras (Fig. V.37).

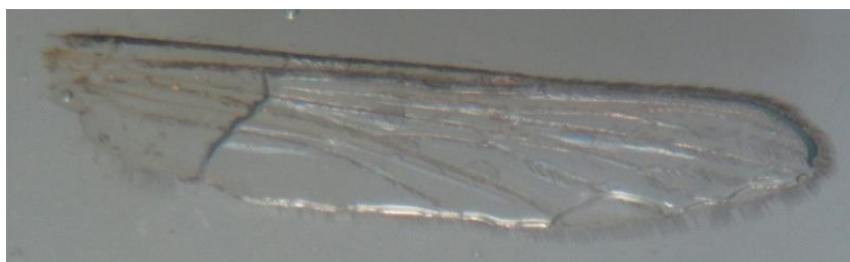


Figura V.37 Ala de *An. claviger* con venación oscura en su totalidad, a diferencia de otras especies de anofelinos que presentan zonas oscuras y pálidas

- Abdomen marrón con bandas apicales de color más claro pero vagamente definidas; setas largas y marrones.
- Los machos se identifican por la genitalia que presenta la base del gonocoxito con 3 setas parabasales: la interna es simple, mientras que las 2 externas muestran ramificaciones (Fig. V.38).

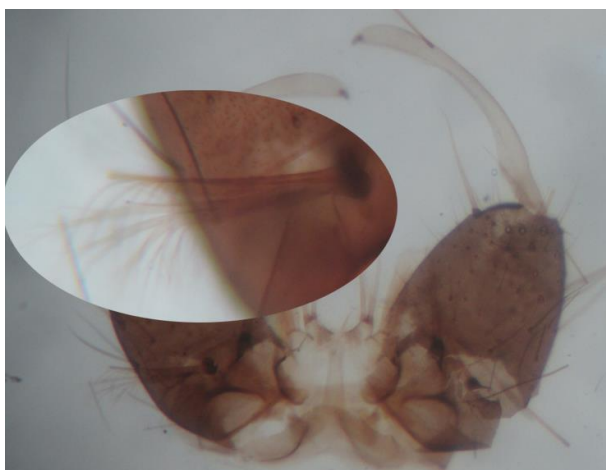


Figura V.38 Detalle de la genitalia de *An. claviger* con 3 setas parabasales en la base del gonocoxito (foto Melero Alcívar).

**Distribución general y en España:** esta especie se halla ampliamente distribuida por la región Paleártica, desde Escandinavia hasta el norte de África, en lo referente al rango de latitud, y de oeste a este se extiende desde la costa Atlántica hasta China y Siberia Central (SCHAFFNER y col., 2001). En España está citada únicamente en la zona peninsular, en todas las comunidades excepto en el País Vasco (BUENO MARÍ y col., 2012).

**Biología y fenología:** se trata de una especie multivoltina con 3-5 ciclos gonotróficos, autógena y eurígama que presenta una diapausa larvaria durante el invierno, aunque algunos autores señalan que se trataría de una simple quiescencia, manteniéndose durante este período un cierto desarrollo muy lento (SCHAFFNER y col., 2001). En ocasiones ha sido hallada durante el invierno en nuestras latitudes, permaneciendo en estadio larvario en charcas congeladas, bajo la capa de hielo que las recubría (TORRES CAÑAMARES, 1945). Las larvas se desarrollan en una amplia variedad de hábitats aunque tienen preferencia por aguas limpias en cuerpos de agua más o menos permanentes; puede tratarse de aguas frías en zonas sombrías al abrigo de árboles, charcas con abundante vegetación con carrizos y juncos, acequias y canales con sobrecrecimiento de algas así como pozos y depósitos de agua (BECKER y col., 2010). Los adultos son activos con temperaturas de entre 10°C y 26°C, teniendo lugar la máxima actividad entre 13°C y 19°C. Las hembras pican tanto a humanos como a animales domésticos, son exofílicas,

exofágicas y no suelen alejarse más de unos cientos de metros de los lugares de cría (SCHAFFNER y col., 2001).

**Ejemplares capturados en la Base Aérea de Torrejón:** entre los años 2008-2013, se capturaron un total de 38 ejemplares de *An. claviger*, lo que representa un 2,97% del total de culícidos, siendo los meses de junio y julio los que más capturas registraron, apareciendo los primeros especímenes como muy pronto a mediados de mayo y manteniéndose en algún caso hasta mediados de septiembre, si bien en ambos casos las temperaturas eran suaves, dentro de los rangos de actividad mencionados en la bibliografía, con mínimas superiores a 10°C. El punto en el que más ejemplares se recogieron fue T4, seguido de T4C y T5. (Tabla V.16 y Fig. V.39).

Fecha	T2	T4	T4B	T4C	T5	T6	Nte	TM	Tm	H	Vvm	Fmd
05/08/08	-	1♀	-	-	-	-	1	37°C	20°C	23%	12,2	-
22/05/09	-	-	-	-	1♀	-	1	30°C	14°C	34%	12,6	T
04/06/09	-	-	-	-	1♂1♀	-	2	28°C	17°C	31%	11,1	-
25/06/10	-	1♀	-	1♂	1♀	-	3	32°C	18°C	51%	9,3	LI
12/07/10	-	-	-	3♂1♀	-	-	4	35°C	23°C	25%	11,9	-
16/09/10	-	1♀	-	-	1♀	-	2	25°C	17°C	58%	8	LI
24/06/11	-	2♀	-	1♀	-	-	3	33°C	15°C	35%	8,5	-
13/07/11	-	2♀	-	-	-	-	2	24°C	15°C	46%	20,9	LI
29/07/11	-	4♀	-	-	-	-	4	34°C	18°C	32%	10,4	LI
15/08/11	-	-	-	-	1♀	-	1	35°C	18°C	33%	6,3	-
15/05/12	-	1♀	-	-	-	-	1	28°C	12°C	36%	10,9	-
01/06/12	-	4♀	-	-	-	-	4	34°C	14°C	26%	8,1	-
22/06/12	-	-	-	-	1♂	-	1	31°C	13°C	26%	9,6	-
05/06/13	-	-	-	1♀	-	-	1	29°C	12°C	41%	10,6	-
12/07/13	-	1♂4♀	-	1♀	-	-	6	36°C	19°C	25%	9,3	-
30/07/13	-	2♀	-	-	-	-	2	34°C	14°C	22%	6,3	-

Tabla V.16. Información referente a las capturas de *An. claviger* en los diferentes puntos de muestreo de la BATO. No se realizó muestreo (-). Número total de ejemplares (Nte), Temperatura máxima (TM). Temperatura mínima (Tm). Humedad relativa media (H). Velocidad media del viento (Vvm). Fenómeno meteorológico destacable (Fmd). Lluvia (LI).

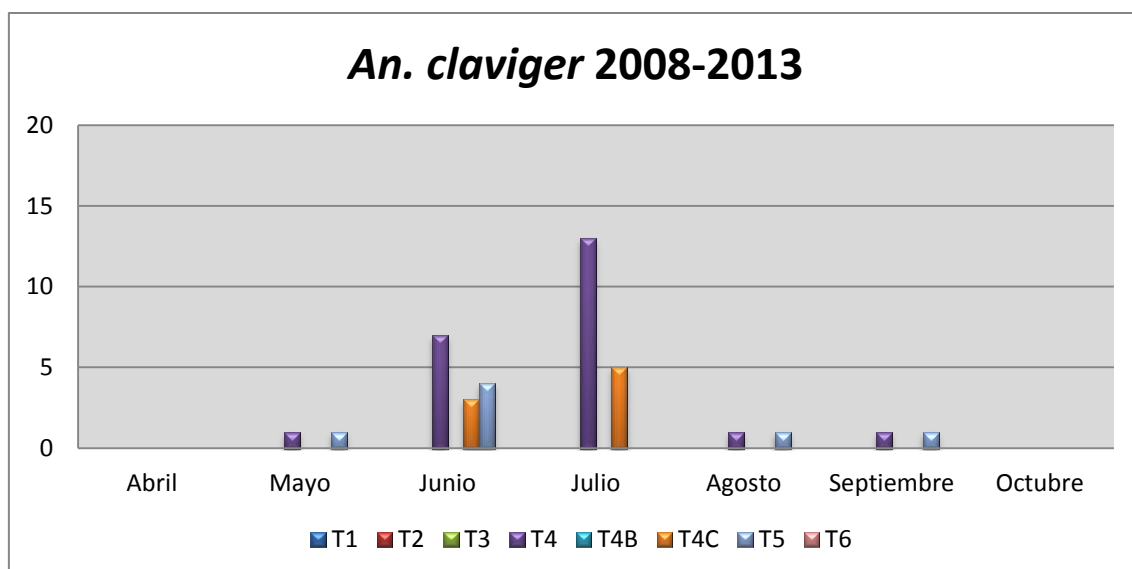


Figura V.39. Abundancia de *An. claviger* por meses en el conjunto de temporadas 2008-2013 y por punto de muestreo.

**Importancia médico-veterinaria:** se halla extendido por algunas regiones de Asia y por el continente europeo, considerándose un vector de malaria en zonas de Oriente Medio (RAMSDALE y SNOW, 2000; GRAMICCIA, 1956). Asimismo, de especímenes capturados en la naturaleza, han sido aislados virus pertenecientes a la familia Bunyaviridae (TRAAVIK y col., 1985), en la que se incluyen virus como Tahyna y Batai. Se le ha relacionado también con la transmisión de nematodos, pudiendo participar en la filariasis canina, así como en la producida por *Setaria labiatopapillosa* (SCHAFFNER y col., 2001).

***Anopheles atroparvus*** Van Thiel, 1927

**Caracteres taxonómicos básicos:**

- Palpos maxilares en las hembras aproximadamente tan largos como la probóscide; en los machos terminan en forma de maza.
- Borde posterior del escutelo uniformemente redondeado y con setas distribuidas de manera regular.

- Las alas son oscuras en su conjunto, presentando en la venación zonas de mayor densidad de escamas que dan lugar a manchas negras; el borde apical del ala muestra una mancha más pálida. Las bifurcaciones de las venas  $R_{2+3}$  y M se hallan a la misma distancia de la base del ala Fig. V.40).

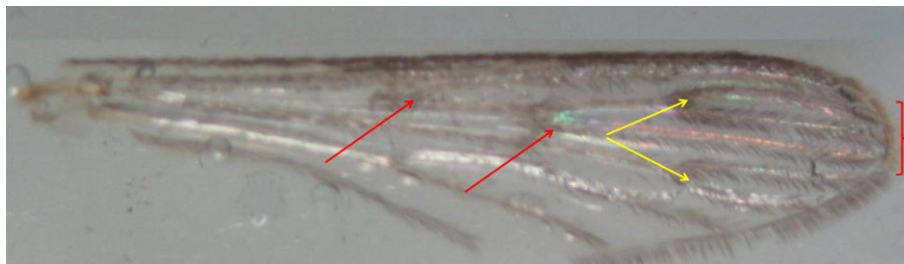


Figura V.40 Ala de *An. atroparvus* con manchas negras en la venación (flechas rojas), zona más pálida apical y bifurcaciones de venas M y  $R_{2+3}$  equidistantes con la base del ala (flechas amarillas).

**Distribución general y en España:** taxonómicamente incluida dentro del subgrupo *maculipennis* (HARBACH, 2004), es una especie ampliamente difundida por Europa, apareciendo citada en numerosos países de este continente, desde el sureste de Suecia hasta Portugal a lo largo de toda la costa Atlántica y llegando hasta el Mediterráneo donde su distribución es algo irregular, extendiéndose hasta las regiones del suroeste de Rusia y la costa del Mar Negro; también aparece en las zonas de menor altitud de los Balcanes (RAMSDALE y SNOW, 2000; BECKER y col., 2010). En España está citada en todo el territorio peninsular excepto en el País Vasco (BUENO MARÍ y col., 2012).

**Biología y fenología:** los lugares de cría incluyen zonas de regadío que quedan inundadas, charcas con abundante vegetación acuática, zonas próximas a los ríos en los que queda agua remansada o formando charcos, así como huecos en las rocas próximas al margen del río conteniendo pequeñas cantidades de agua (ENCINAS GRANDES, 1982). Las larvas no toleran agua contaminada pero sí que pueden encontrarse en agua salobre (SCHAFFNER y col., 2001). Las hembras son estenógamas y endofílicas, pudiendo desplazarse varios kilómetros en busca de un hospedador sobre el que alimentarse (KAUFMANN y BRIEGEL, 2004). Las hembras entran en diapausa en invierno,

si bien puede no ser completa, manteniéndose activas de forma irregular, alimentándose y realizando oviposiciones (BECKER y col., 2010). Las hembras son preferentemente zoofílicas, aunque en ausencia de animales pueden alimentarse también sobre humanos (ENCINAS GRANDES, 1982).

**Ejemplares capturados en la Base Aérea de Torrejón:** durante las temporadas en las que se muestreó se encontraron 2 ejemplares de esta especie durante los meses de julio y agosto de 2011 y 2013, ambos en el punto de muestreo T4 (Tabla V.17 y Fig. V.41). En el año 2002, con motivo de un caso de paludismo producido por *Plasmodium ovale* en Alcalá de Henares (CUADROS y col., 2002), se muestreó en la BATO en busca de anofelinos autóctonos o importados, con resultados negativos.

Fecha	T2	T4	T4B	T4C	T5	T6	Nte	TM	Tm	H	Vvm	Fmd
13/07/11	-	1♂	-	-	-	-	1	24°C	15°C	46%	20,9	-
29/08/13	-	1♀	-	-	-	-	1	27°C	15°C	48%	12,4	-

Tabla V.17. Información referente a las capturas de *An. atroparvus* en los diferentes puntos de muestreo de la BATO. No se realizó muestreo (-). Número total de ejemplares (Nte), Temperatura máxima (TM). Temperatura mínima (Tm). Humedad relativa media (H). Velocidad media del viento (Vvm). Fenómeno meteorológico destacable (Fmd).

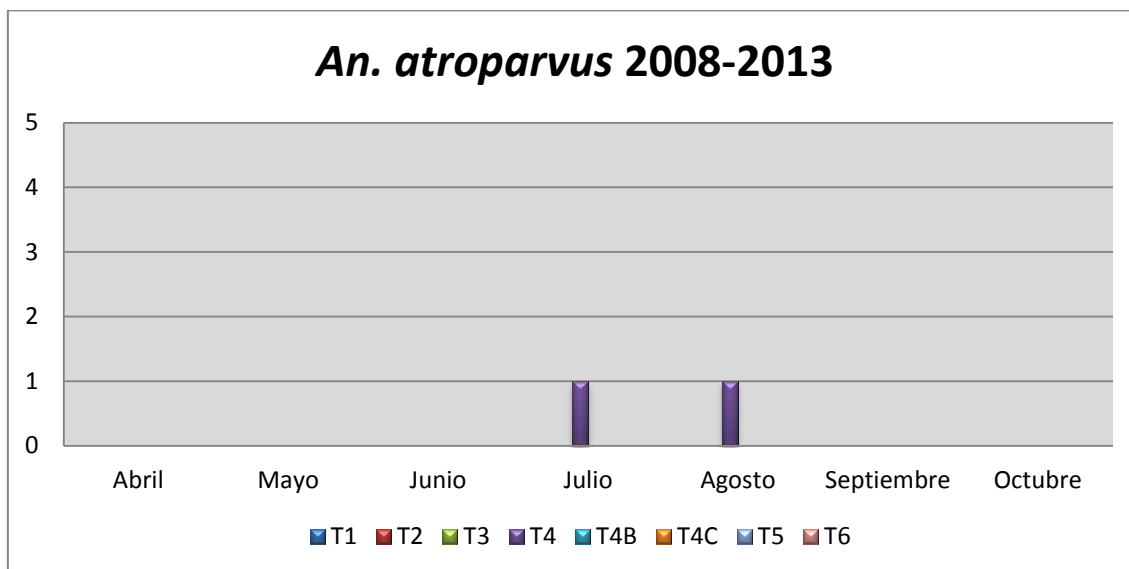


Figura V.41. Abundancia de *An. atroparvus* por meses en el conjunto de temporadas 2008-2013 y por punto de muestreo.

**Importancia médico-veterinaria:** es un vector importante de malaria producida por *Plasmodium vivax*, pero sin embargo se ha demostrado su refractariedad a variedades africanas de *Plasmodium falciparum*, ya que aun siendo capaz de formar ooquistes a partir de la ingestión de gametocitos, no puede concluir la esporogonia y dar lugar a esporozoitos infectantes (RAMSDALE y COLUZZI, 1975; MARCHANT y col., 1998). Por otro lado, ha sido encontrado infectado en la naturaleza por el virus de la mixomatosis y por fiebre del Nilo Occidental. También se le ha relacionado con la transmisión de los virus Batai y Tahyna, así como con la filariasis canina y con la tularemia (SCHAFFNER y col., 2001).

### V.1.3. Valores climatológicos registrados entre los años 2008-2013.

Se muestran a continuación datos relativos a las temperaturas registradas en la BATO entre los años 2008 y 2013 en los meses en los que se realizaron los muestreos. Se ha considerado incluir aquí únicamente las medias de las temperaturas máximas y mínimas de dichos periodos, al haber sido precisamente las máximas y mínimas las que han sido empleadas en las gráficas de dinámica poblacional de los distintos años y en las tablas de las capturas de las diferentes especies.

Mes		2008	2009	2010	2011	2012	2013
Abril	TmM	18,8	17,8	18,9	22	15,6	16,9
	Tmm	6	4,5	7,5	8,9	5,6	5,3
Mayo	TmM	19,5	25,5	21,3	24,4	24,7	20,1
	Tmm	9,1	10,2	8,2	18	10,1	7
Junio	TmM	26,8	30	26,7	29,1	30,2	28,3
	Tmm	13,1	15	13,3	14,1	14,9	12,2
Julio	TmM	31,6	32,5	34,1	31,6	32,5	34,3
	Tmm	15,5	16,5	18,7	15,7	15,4	17,6
Agosto	TmM	32	32,3	32,3	32,4	33,2	34
	Tmm	16,8	16,9	17,2	16,9	16,9	17,5
Septiembre	TmM	25,5	25,3	26,6	28,9	26,9	29
	Tmm	12,5	12,6	13,5	13,1	13,2	14
Octubre	TmM	19,3	22,3	20	23,6	19,6	22,1
	Tmm	8,9	8,9	6,8	8,5	8,8	10

Tabla V.18. Temperaturas medias máximas y mínimas de los meses en los que se realizaron muestreos en la Base Aérea de Torrejón, correspondientes a las temporadas 2008-2013. Temperatura media de las máximas (TmM), Temperatura media de las mínimas (Tmm).

En la siguiente tabla se reflejan las precipitaciones en los diferentes meses y en la totalidad del año, correspondientes a las temporadas 2008-2013. Dichos datos han sido recogidos en el Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas, al no disponerse de los mismos en la BATO. No obstante, consideramos que la escasa distancia entre los dos aeródromos hace que dichas cifras sean válidas para la BATO.

Mes	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Enero	19,81	25,14	46,99	26,17	4,07	15,75
Febrero	24,88	38,86	95,49	11,42	2,79	9,64
Marzo	4,57	8,39	49,54	38,84	11,43	72,39
Abril	58,94	17,53	33,3	45,22	30,47	36,32
Mayo	74,7	28,95	17,02	55,37	21,58	29,2
Junio	34,29	13,97	29,46	33,02	0	3,05
Julio	0	0,76	11,17	0	6,09	0,51
Agosto	0	4,06	1,02	7,37	0	7,62
Septiembre	92,45	19,82	24,89	1,27	56,64	17,02
Octubre	113,54	36,32	34,29	36,58	34,54	19,56
Noviembre	23,62	12,19	18,53	49,51	42,41	12,7
Diciembre	38,01	83,56	62,47	3,06	2,29	46,23
Total año	484,90	289,55	424,17	307,83	212,31	269,99

Tabla V.19. Precipitaciones en l/m<sup>2</sup> recogidas por meses y en la totalidad del año en el Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas en las temporadas 2008-2013.



## V.2. Estudio entomológico en ZO.

Se describen a continuación los resultados del estudio entomológico realizado en ZO, tanto de los muestreos desarrollados en la Base de Apoyo Avanzado (FSB) de Herat como de los llevados a cabo en la Base de Apoyo Provincial (PSB) de Qala i Naw, así como del estudio posterior en TN de los anofelinos hembra capturados.

### V.2.1. Base de Apoyo Avanzado (FSB) de Herat.

#### V.2.1.1. Especies de la familia Culicidae capturadas.

En el año 2010 y 2012 se desarrollaron muestreos en la FSB, capturándose un total de 609 especímenes de la familia Culicidae pertenecientes a 9 especies, incluyendo 3 del género *Culex*, 2 del género *Anopheles*, 2 del género *Culiseta*, 1 de *Aedes* y 1 de *Ochlerotatus*. Como ya se indicó, también en el año 2008 se realizó un muestreo puntual como primera aproximación al estudio posterior; en aquel caso, el muestreo se realizó únicamente durante 4 días, a pesar de lo cual se recogieron 104 especímenes pertenecientes a 6 especies, de los cuales 3 fueron del género *Anopheles*, 1 de *Culex*, 1 de *Uranotaenia* y 1 de *Culiseta*. En algún caso no se pudo llegar a la identificación de especie en ejemplares de género *Anopheles*, por lo que se indican como *Anopheles* sp. Los resultados de dicho muestreo se reflejan en la Tabla V.20.

Las especies capturadas en el área de estudio en el conjunto de las 3 temporadas en que se muestreó fueron:

Clase: **Insecta**

Orden: **Diptera**

Familia: **Culicidae**

Subfamilia: **Culicinae**

Género: ***Culex***

Especie: *Culex pipiens* Linnaeus, 1758

Especie: *Culex theileri* Theobald, 1903

Especie: *Culex quinquefasciatus* Say, 1823

Género: ***Culiseta***

Especie: *Culiseta annulata* (Schrank, 1776)

Especie: *Culiseta longiareolata* (Macquart, 1838)

Género: **Aedes**

Especie: *Aedes vexans* (Meigen, 1830)

Género: **Ochlerotatus**

Especie: *Ochlerotatus caspius* (Pallas, 1771)

Género: **Uranotaenia**

Especie: *Uranotaenia unguiculata* Edwards, 1913

Subfamilia: **Anophelinae**

Género: **Anopheles**

Especie: *Anopheles hyrcanus* (Pallas, 1771)

Especie: *Anopheles dthali* Patton, 1905

Especie: *Anopheles peditaeniatus* (Leicester, 1908)

Especie: *Anopheles barianensis* James, 1911

Fecha	Cx. <i>pipiens</i>	<i>Culiseta</i> sp.	Ur. <i>unguiculata</i>	An. <i>dthali</i>	An. <i>peditaeniatus</i>	An. <i>barianensis</i>	TM	Tm
03/10/08	9♂11♀	-	1♂3♀	1♂1♀	-	-	30°C	13,5°C
07/10/08	9♂12♀	-	2♀	-	-	1♀	30°C	7,5°C
09/10/08	15♀	1♀	1♀	-	-	-	30°C	11,4°C
14/10/08	15♂31♀	-	-	-	2♀	-	28°C	11,2°C
Total	91	1	7	2	2	1		

Tabla V.20. Capturas de Culicidae realizadas en 2008. Temperatura máxima (TM), Temperatura mínima (Tm).

Tal y como se muestra en la Figura V.42, la especie más abundante en el conjunto de todos los muestreos que se realizaron en los diferentes años fue *Cx. theileri* (48,31%), seguida de *Cx. pipiens* (41,97%); mucho menos abundantes fueron el resto de especies, entre las que destacan *Cs. longiareolata* (3,24%), y los anofelinos *An. hyrcanus* (2,11%) y *An. dthali* (1,69%). Otras especies recogidas casi de forma testimonial fueron *Cs. annulata*, *Ae. vexans*, *An. barianensis*, *An. peditaeniatus*, *Oc. caspius* y *Uranotaenia unguiculata*. No obstante, dadas las diferencias observadas en la variabilidad específica en los años 2010 y 2012, en los que se muestreó de forma protocolizada, se comentan a continuación cada uno de ellos.

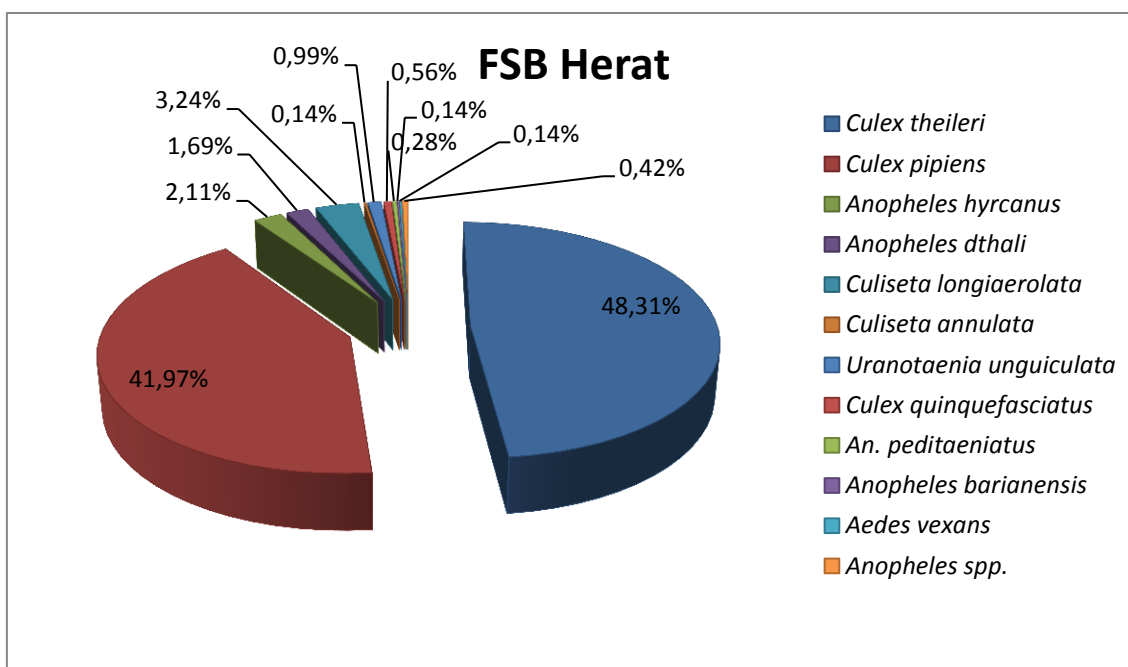


Figura V.42. Porcentaje de las diferentes especies de Culicidae capturadas en la FSB de Herat en el conjunto de muestreos realizados en 2008, 2010 y 2012.

#### V.2.1.2. Resultados obtenidos en 2010. Plan de muestreo y especies capturadas.

El número total de muestreos realizados durante 2010 fue de 40, desarrollados en los 6 puntos escogidos de la FSB, ya descritos en Material y Métodos, y llevados a cabo durante 19 noches entre julio y septiembre. En ellos se capturaron un total de 522 culícidos.

Se muestreó en los puntos denominados H1, D2, R3, PA3, C4 y R5, obteniéndose capturas en todos ellos excepto en R3 que fue desechado. El punto en el que más culícidos se capturaron fue el situado junto a la depuradora de aguas residuales (D2), con gran diferencia sobre el resto, ya que se recogieron 385 especímenes, lo que supuso casi el 74% del total. En segundo lugar se halla R5, localizado junto a la entrada principal del ROLE u hospital con el 13,79% y 72 ejemplares si bien hay que puntualizar que el número de noches en que se muestreó fue inferior a D2; es una zona en la que es habitual la presencia humana incluso durante la noche, manteniéndose la luz de la entrada encendida al permanecer personal sanitario de guardia. Le sigue en cuanto a cantidad de culícidos recogidos el punto denominado C4,

localizado en la parte trasera de la cocina, con el 5,36% del total; en H1, cercano a la pista y junto al hangar de helicópteros HELISAF, se capturaron 25 mosquitos (4,79%); donde menos especímenes se recogieron fue en el hangar PASI, que denominamos PA3 y en el que se trabaja durante la noche; como ya se indicó en Material y Métodos, en dicha ubicación se utilizó una trampa *BG Sentinel* con atrayente químico, capturándose únicamente 12 mosquitos (2,3% del total). Tabla V.21 y Figura V.43.

Fecha	H1	D2	R3	PA3	C4	R5	Total
06/07/10	5	93	0	-	-	-	98
07/07/10	10	213	0	-	-	-	223
21/07/10	2	14	-	2	-	-	18
22/07/10	0	12	-	0	-	-	12
07/08/10	0	16	-	0	-	-	16
08/08/10	4	12	-	5	-	-	21
09/08/10	-	-	-	-	0	-	0
10/08/10	-	-	-	-	8	-	8
17/08/10	-	-	-	-	-	6	6
18/08/10	-	-	-	-	-	16	16
20/08/10	-	-	-	-	-	11	11
21/08/10	-	-	-	4	-	14	18
22/08/10	-	-	-	-	17	-	17
23/08/10	-	-	-	-	0	-	0
24/08/10	1	6	-	0	-	-	7
25/08/10	0	3	-	0	-	-	3
31/08/10	-	-	-	-	3	9	12
01/09/10	-	-	-	1	0	16	17
03/09/10	3	16	-	-	-	-	19
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>385</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>28</b>	<b>72</b>	<b>522</b>

Tabla V.21. Plan de muestreo desarrollado en la FSB durante el año 2010; las cuadrículas verdes indican los días en que se muestreó en el punto correspondiente, haciendo referencia el número a los culicidos capturados.

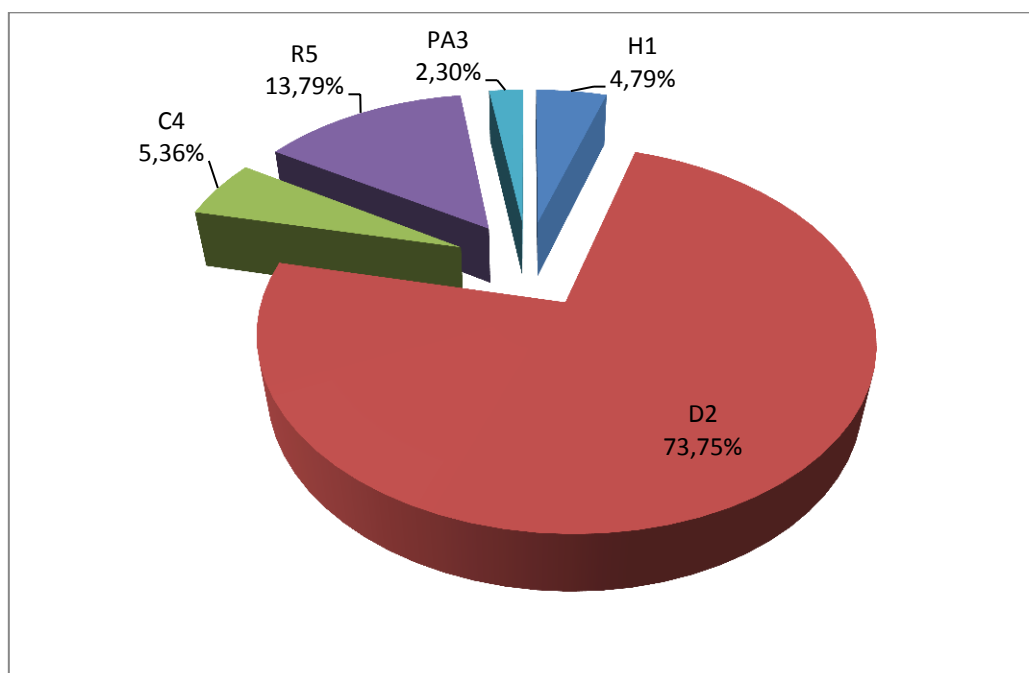


Figura V.43. Porcentaje de los diferentes ejemplares de Culicidae capturados en cada uno de los puntos de muestreo de la FSB de Herat en 2010.

La especie más abundante en 2010 fue *Cx. theileri* de la que se recogieron 343 ejemplares (65,71%) del total de culícidos, si bien hay que resaltar que la mayoría de dichas capturas (72%) se concentró en 2 noches consecutivas, y que no había aparecido en el muestreo puntual de 2008 ni lo hizo posteriormente durante el de 2012; ello se detallará más adelante cuando se aborde la dinámica de esta especie. Como segunda especie más abundante se situó *Cx. pipiens* con 137 ejemplares y un 26,25%; el resto de especies recogidas, tal y como se observa en la Figura V.44 y Tabla V.22, se capturaron en mucha menor cantidad, destacando entre ellas *An. hyrcanus*, *Cs. longiareolata* y *An. dthali* con porcentajes del 2,68%, 2,49% y 1,53% respectivamente.

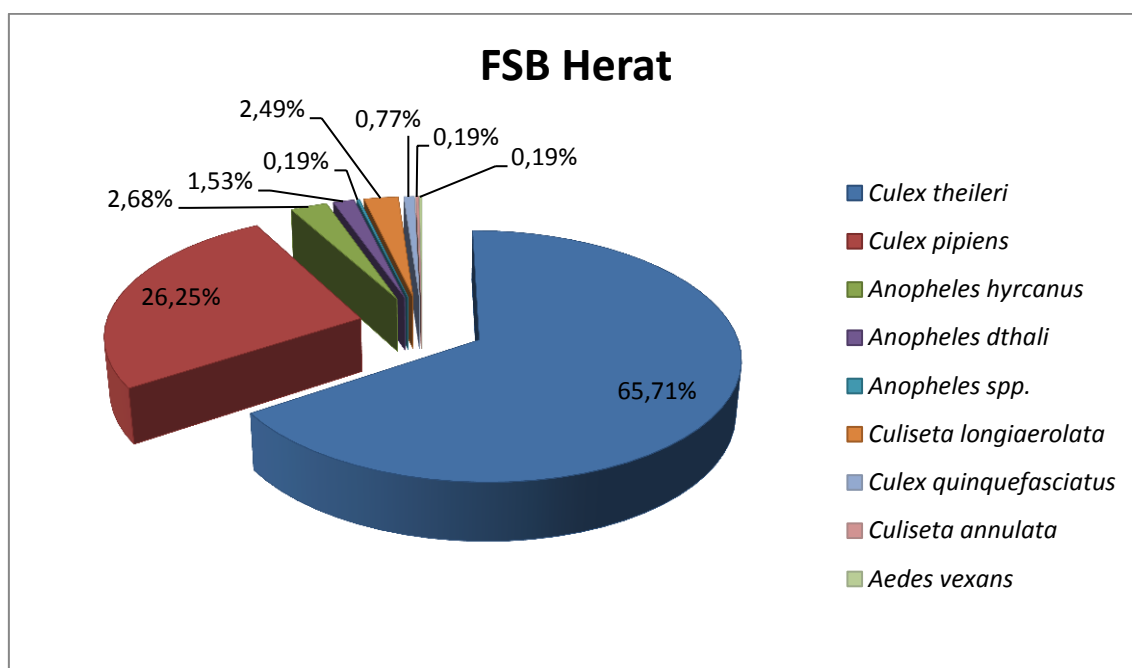


Figura V.44. Porcentaje de las diferentes especies de Culicidae capturadas en la FSB de Herat en 2010.

Especie	Nº ejemplares
<i>Culex theileri</i>	343
<i>Culex pipiens</i>	137
<i>Anopheles hyrcanus</i>	14
<i>Anopheles dthali</i>	8
<i>Anopheles sp.</i>	1
<i>Culiseta longiareolata</i>	13
<i>Culex quinquefasciatus</i>	4
<i>Culiseta annulata</i>	1
<i>Aedes vexans</i>	1
<b>Total</b>	<b>522</b>

Tabla V.22. Número total y por especies de Culicidae capturados en la FSB en 2010.

En la Figura V.45 se refleja la abundancia relativa de las distintas especies en los diferentes puntos de muestreo, observándose que *Cx. pipiens* fue la más abundante en H1, C4, PA3 y R5, seguida en todos los casos por *Cx. theileri*, especie esta última que claramente destacó sobre el resto en D2, donde representó más del 78% de los especímenes.

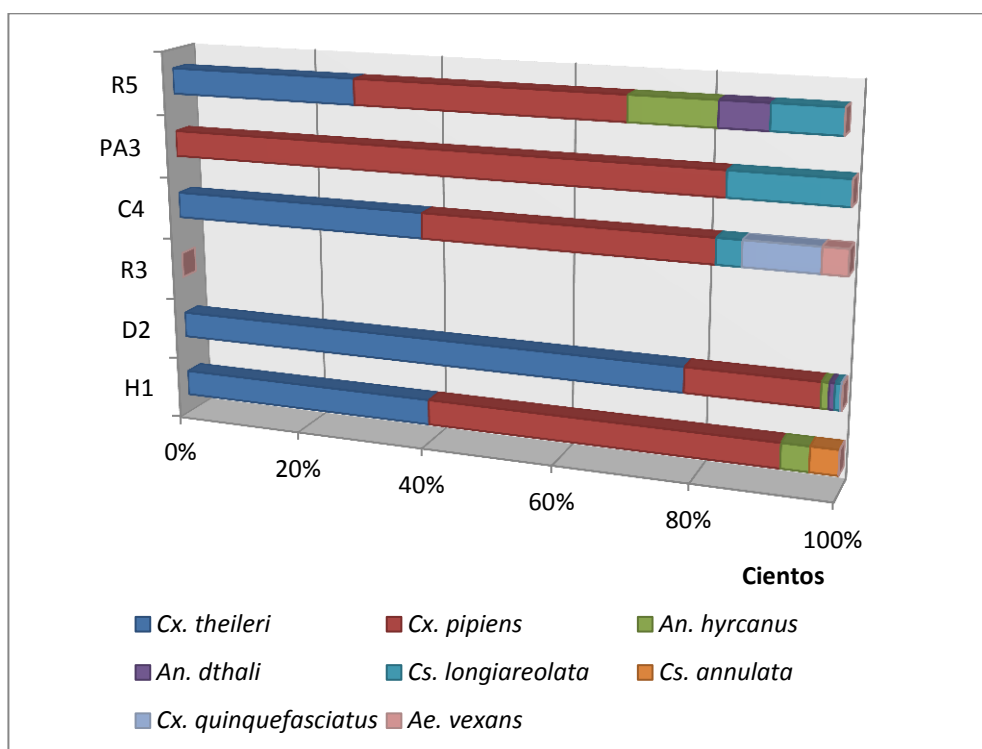


Figura V.45. Abundancia relativa de las diferentes especies de culícidos por punto de muestreo en la FSB en 2010.

En lo referente al sex-ratio en las distintas especies, tal y como se aprecia en la Figura V.46, existe una clara predominancia de la proporción de hembras sobre los machos en todas las especies, lo que pone de manifiesto la mayor atracción de estas por las trampas de luz.

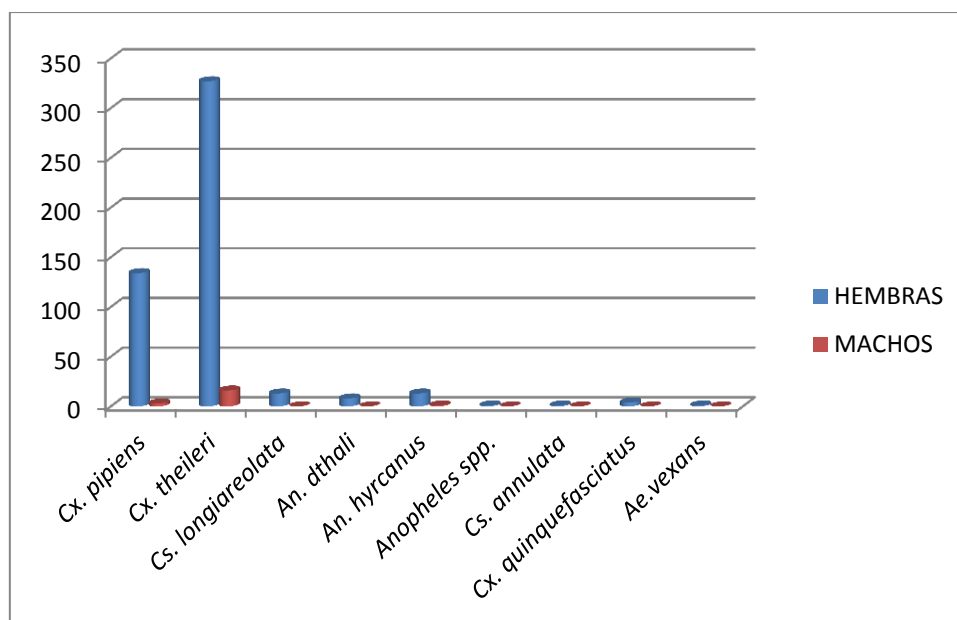


Figura V.46. Sex-ratio de las diferentes especies de culícidos en la FSB en 2010.

#### V.2.1.3. Resultados obtenidos en 2012. Plan de muestreo y especies capturadas.

Durante 2012 se realizaron un total de 51 muestreos, desarrollados en 6 puntos de la FSB; como diferencia con el año 2010 se muestreó en un nuevo punto denominado CA3 ya descrito en Material y Métodos. Los muestreos se llevaron a cabo a lo largo de 27 noches entre mayo y agosto, siendo llamativo que a pesar de haberse realizado un número mayor de muestreos, el número de especímenes recogidos fue sensiblemente inferior al del primer año, con un total de 87 culícidos.

Los muestreos se efectuaron en los puntos H1, D2, PA3, C4, R5 y CA3, obteniéndose resultados positivos (alguna captura) excepto en el último de ellos. El punto en el que más culícidos se recogieron fue el situado junto a la entrada del ROLE (R5) con el 58,62% y 51 especímenes, situándose en

segundo lugar en cuanto a número de mosquitos el localizado al lado del hangar de helicópteros (H1), con el 21,84% del total y 19 ejemplares recolectados. En el punto situado junto a la depuradora (D2), que en el año 2010 había sido el más productivo, únicamente se recogieron 9 mosquitos (10,34%). Le siguen C4 con un 6,9% y PA3 (2,3%), en el que se siguió empleando la trampa *BG Sentinel* con atrayente químico igual que en 2010. Tabla V.23 y Figura V.47.

Fecha	H1	D2	PA3	C4	R5	CA3	Total
28/05/12	-	-	-	-	12	-	5
29/05/12	-	-	-	-	3	-	3
01/06/12	1	-	-	-	-	-	1
16/06/12	0	1	-	-	-	-	1
17/06/12	1	6	-	-	-	-	7
20/06/12	5	1	-	-	-	-	6
23/06/12	-	-	-	2	-	-	2
24/06/12	-	-	-	0	-	-	0
25/06/12	-	-	2	-	6	-	8
26/06/12	-	-	0	-	14	-	20
04/07/12	0	1	0	-	-	-	1
05/07/12	0	0	0	-	-	-	0
09/07/12	-	-	-	4	0	-	4
10/07/12	-	-	-	0	8	-	8
18/07/12	-	0	-	-	-	-	0
19/07/12	2	0	-	-	-	0	2
20/07/12	10	-	-	-	-	0	11
25/07/12	-	-	-	0	2	-	2
26/07/12	-	-	-	0	6	-	6
06/08/12	0	0	-	-	-	-	0
08/08/12	0	0	-	-	-	-	0
09/08/12	-	-	-	0	0	-	0
10/08/12	-	-	-	0	0	-	0
18/08/12	0	0	-	-	-	-	0
19/08/12	0	0	-	-	-	-	0
20/08/12	-	-	-	0	0	-	0
21/08/12	-	-	-	0	0	-	0
Total	19	9	2	6	50	0	87

Tabla V.23. Plan de muestreo desarrollado en la FSB durante el año 2012; las cuadrículas verdes indican los días en que se muestreó en el punto correspondiente, haciendo referencia el número a los culicidos capturados.



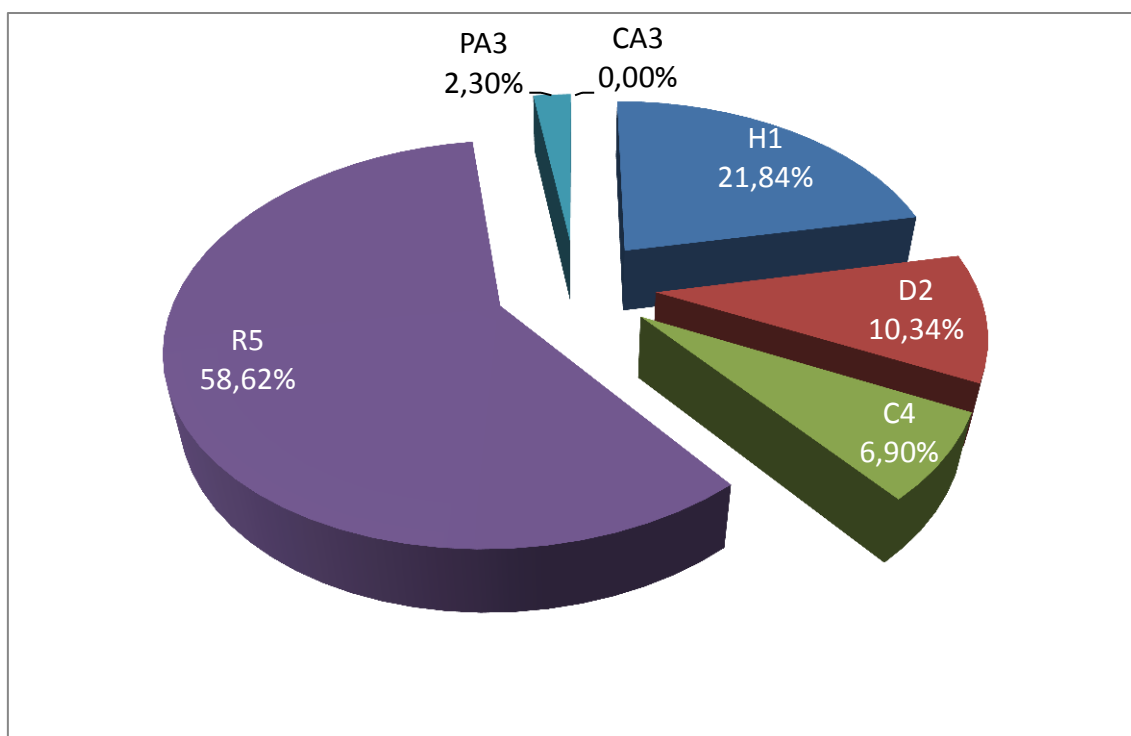


Figura V.47. Porcentaje de los diferentes ejemplares de Culicidae capturados en cada uno de los puntos de muestreo de la FSB de Herat en 2012.

Tal y como se observa en la Figura V.48 y en la Tabla V.24, durante 2012 la especie más abundante fue *Cx. pipiens* con 70 ejemplares recogidos lo que representa el 80,46% del total de culícidos; le sigue *Cs. longiareolata* con 9 especímenes (10,34%); una especie no hallada durante 2010, *Oc. caspius* apareció durante 2012 con 3 especímenes (3,45%); el conjunto de anofelinos, incluyendo *An. dthali*, *An. hyrcanus* y 2 especímenes sin determinar especie sumaron 5 ejemplares (5,75%). Como ya se indicó, en 2012 no apareció *Cx. theileri*, que en 2010 fue la especie más abundante con diferencia.

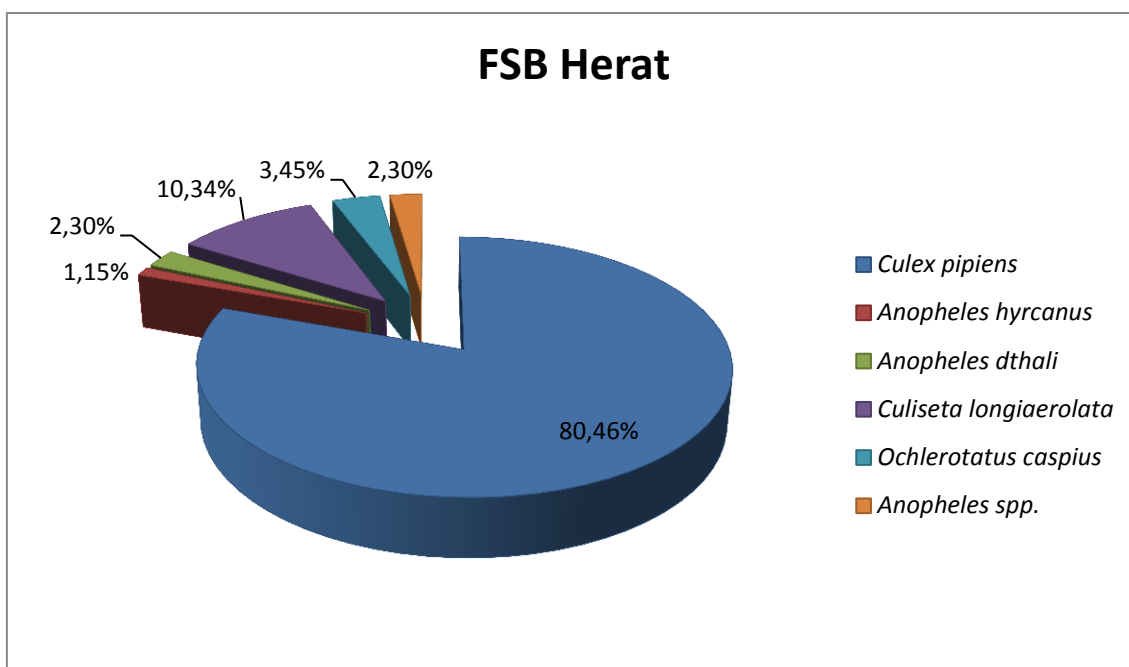


Figura V.48. Porcentaje de las diferentes especies de Culicidae capturadas en la FSB de Herat en 2012.

Especie	Nº ejemplares
<i>Culex pipiens</i>	70
<i>Culiseta longiareolata</i>	9
<i>Ochlerotatus caspius</i>	3
<i>Anopheles dthali</i>	2
<i>Anopheles hyrcanus</i>	1
<i>Anopheles sp.</i>	2
<b>Total</b>	<b>87</b>

Tabla V.24. Número total y por especies de Culicidae capturados en la FSB en 2012.

En la Figura V.49 se refleja la abundancia relativa de las diferentes especies por punto de muestreo. La total desaparición de *Cx. theileri* hace que la especie más abundante en todos los puntos sea *Cx. pipiens*, incluyendo D2, donde aquél destacaba claramente sobre el resto.

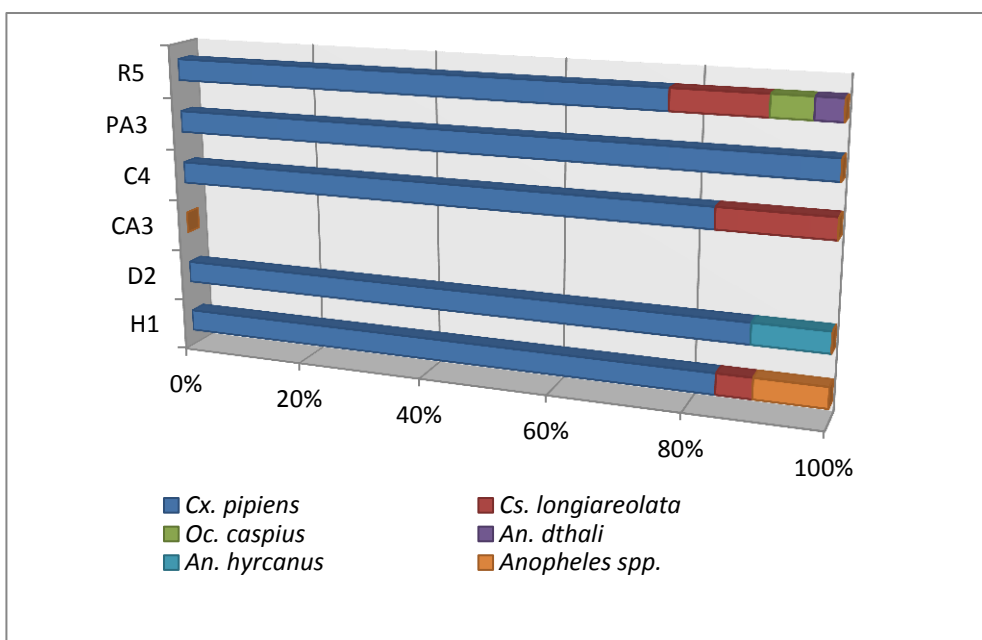


Figura V.49. Abundancia relativa de las diferentes especies de culícidos por punto de muestreo en la FSB en 2012.

Nuevamente, como ya sucediera en 2010, se observó durante 2012 un claro predominio de las hembras con respecto a los machos, excepto en la especie *Cs. longiareolata* (Fig. V.50).

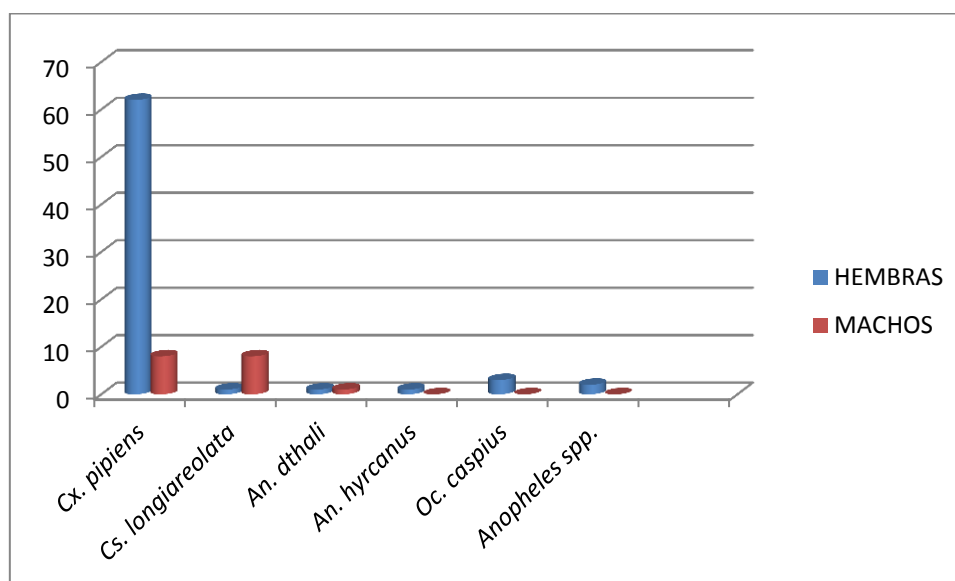


Figura V.50. Sex-ratio de las diferentes especies de culícidos en la FSB en 2012.

#### V.2.1.4. Índice de culícidos hembra adultos.

La estimación de la densidad poblacional de un vector una vez que se conoce su presencia, puede aportar valiosa información en casos como el que nos ocupa, en el que por ejemplo la densidad de hembras de *Anopheles* puede condicionar la probabilidad de aparición de brotes de malaria en el área de despliegue, pudiendo ser mayor dicha probabilidad cuanto mayor sea la densidad. El índice de culícidos hembra adultos ofrece información sobre la densidad o abundancia relativa de la población. Se calcula normalmente promediando diversos puntos de muestreo para obtener un dato referido al área de estudio (AFPMB, 2013). Habitualmente se utiliza cuando se emplean trampas de luz o métodos similares y permite observar cambios en la densidad de la población en diferentes períodos de tiempo, incluso semanales, y visualizar tendencias; pueden además servir para establecer umbrales a partir de los cuales sería conveniente aplicar medidas de control sobre la población. Estos umbrales deben fijarse de forma única para un grupo de vectores y área de estudio, pero en líneas generales un índice de 10 o superior indica que es necesario aplicar estas medidas (AFPMB, 2002).

La fórmula para su cálculo es:

$$\text{Índice de hembras (IH)} = \frac{\text{Hembras totales capturadas}}{\text{Número de muestreos}}$$

Donde el número de muestreos se obtiene de multiplicar el número de trampas usadas por el número de noches.

En el caso de la FSB hemos realizado estos cálculos para cada uno de los años 2008, 2010 y 2012, estimando el índice en primer lugar para el conjunto de Culicidae, y en segundo lugar solo para los Anophelinae. Se han empleado únicamente los datos de capturas de hembras en las trampas CDC, habiéndose prescindido de los recogidos en la trampa *Sentinel* con atrayente químico.

2008

## Culicidae

$$\text{Índice de hembras (IH)} = \frac{80}{4} = 20$$

## Anophelinae

$$\text{Índice de hembras (IH)} = \frac{4}{4} = 1$$

2010

## Culicidae

$$\text{Índice de hembras (IH)} = \frac{488}{30} = 16,3$$

## Anophelinae

$$\text{Índice de hembras (IH)} = \frac{21}{30} = 0,7$$

2012

## Culicidae

$$\text{Índice de hembras (IH)} = \frac{67}{45} = 1,5$$

## Anophelinae

$$\text{Índice de hembras (IH)} = \frac{3}{45} = 0,06$$

A la vista de los resultados se puede decir que en general la densidad de anofelinos fue baja en los 3 años muestreados. En relación al conjunto de los culícidos hay gran disparidad según los años, pudiendo hablarse de densidades relativamente altas (teniendo en cuenta el umbral de 10 propuesto por la AFPMB) en los años 2008 y 2010, y muy baja en 2012. Aunque si el cálculo de las poblaciones se hiciera semanalmente, como una forma de ver en

qué momento concreto debieran adoptarse medidas de control de la población, se llegaría a la conclusión de que las densidades fueron muy elevadas en las primeras semanas de la temporada 2010 (especialmente debido a *Cx. theileri* y, en menor medida a *Cx. pipiens*), y fueron nulas en 2012 a partir de la octava semana.

#### **V.2.1.5. Análisis faunístico. Taxonomía, biología y distribución de las especies de la subfamilia Culicinae capturadas.**

Se comentan a continuación los datos pormenorizados de las distintas especies de la subfamilia Culicinae que fueron halladas durante el estudio entomológico en la FSB.

##### ***Culex pipiens* Linnaeus, 1758**

Sus datos taxonómicos básicos, biología e importancia médico-veterinaria han sido ya tratados cuando se abordó esta especie en el capítulo correspondiente al estudio entomológico en la BATO.

**Citas en Afganistán:** esta especie, ampliamente distribuida por toda la región Holártica, aparece también ampliamente difundida en Afganistán, donde encontramos diversas citas de su presencia en diferentes regiones del país, incluyendo la provincia de Herat donde se desarrolló el presente trabajo (WARD, 1972; DANILOV, 1985; HARBACH, 1985, 1988; RUEDA y col., 2008).

**Ejemplares capturados en la FSB:** como ya se indicó fue la segunda especie más abundante en el conjunto de los muestreos; en la Tabla V.25 se muestran los datos referentes a sus capturas. Se capturaron un total de 297 especímenes en el conjunto de los 3 años, de los que 264 (89%) fueron hembras y 33 (11%) machos. Se halló en todos los puntos muestreados excepto en CA3, donde los 2 muestreos efectuados fueron negativos, siendo la única especie junto con *Cs. longiareolata* capturada en PA3, situado en el interior de un hangar, prueba de su alto nivel de endofilia.

En la Figura V.51 se muestra la comparación entre los años 2010 y 2012 de las capturas de *Cx. pipiens* por punto de muestreo, observándose en general un menor número de capturas en 2012, aunque no de manera

homogénea en todos los puntos; así, el descenso más significativo, y que es fundamental para la reducción en términos absolutos del número de ejemplares en 2012, se produce junto a la depuradora (D2), donde se pasa de 73 ejemplares en 2010 a 8 en 2012; se producen también descensos en el segundo año en PA3 y C4, pero aumenta el número de individuos recogidos en H1 y R5.

Fecha	H1	D2	PA3	C4	R5	CA3	Nte	TM	Tm	H	Vvm
03/10/08	-	9♂11♀	-	-	-	-	20	30°C	13,5°C	23%	7,4
07/10/08	-	9♂20♀	-	-	-	-	26	30°C	7,5°C	17%	7,2
09/10/08	-	-	-	-	12♀	-	12	30°C	11,4°C	17%	3,5
14/10/08	-	-	-	-	4♂31♀	-	35	28°C	11,2°C	14%	7,4
06/07/10	4♀	10♀	-	-	-	-	14	37°C	19°C	13%	10,9
07/07/10	3♀	36♀	-	-	-	-	39	38°C	19°C	11%	9,3
21/07/10	0	2♀	2♀	-	-	-	4	33°C	21°C	25%	14,1
22/07/10	0	0	0	-	-	-	0	32°C	20°C	17%	15,9
07/08/10	0	1♂5♀	-	-	-	-	6	36°C	25°C	12%	21,7
08/08/10	2♀	7♀	5♀	-	-	-	14	37°C	27°C	11%	25,2
10/08/10	-	-	-	2♀	-	-	2	36°C	23°C	14%	19,3
17/08/10	-	-	-	-	1♀	-	1	35°C	22°C	14%	22
18/08/10	-	-	-	-	1♂5♀	-	6	36°C	21°C	14%	21,1
20/08/10	-	-	-	-	4♀	-	4	40°C	19°C	12%	16,5
21/08/10	-	-	2♀	-	4♀	-	6	41°C	18°C	12%	15,2
22/08/10	-	-	-	7♀	-	-	7	37°C	21°C	22%	21,7
23/08/10	-	-	-	0	-	-	0	32°C	20°C	20%	22,1
24/08/10	1♀	0	-	-	-	-	1	29°C	17°C	14%	27,2
25/08/10	-	1♀	-	-	-	-	1	29°C	16°C	14%	22,8
31/08/10	-	-	-	3♀	6♀	-	9	35°C	14°C	14%	8,5
01/09/10	-	-	1♀	0	8♀	-	9	35°C	16°C	13%	11,3
03/09/10	3♀	1♂10♀	-	-	-	-	14	36°C	18°C	13%	11,3
28/05/12	-	-	-	-	10♂12♀	-	12	36°C	22°C	22%	10,4
29/05/12	-	-	-	-	3♀	-	3	29°C	21°C	34%	8,5
01/06/12	1♂	-	-	-	-	-	1	34°C	19°C	-	8,3
16/06/12	0	1♂	-	-	-	-	1	34°C	23°C	15%	10,4
17/06/12	1♀	1♂4♀	-	-	-	-	6	36°C	22°C	15%	9,6
20/06/12	4♀	1♀	-	-	-	-	5	32°C	21°C	20%	-
23/06/12	-	-	-	1♀	0	-	1	33°C	20°C	19%	18,3
24/06/12	-	-	-	0	-	-	0	34°C	22°C	16%	18,5
25/06/12	-	-	2♀	-	3♀	-	5	32°C	22°C	23%	21,1
26/06/12	-	-	0	-	16♀	-	16	33°C	26°C	14%	18,1
04/07/12	0	1♀	0	-	-	-	1	37°C	26°C	14%	18,1
05/07/12	0	0	0	-	-	-	0	39°C	24°C	12%	11,3
09/07/12	-	-	-	10♂3♀	0	-	13	40°C	25°C	11%	4,6
10/07/12	-	-	-	0	1♂6♀	-	7	42°C	24°C	11%	7
18/07/12	-	0	-	-	-	-	0	37°C	25°C	15%	11,5
19/07/12	2♀	0	-	-	-	0	2	36°C	21°C	14%	21,1
20/07/12	1♂7♀	-	-	-	-	0	8	37°C	23°C	16%	21,5
25/07/12	-	-	-	0	1♀	-	1	35°C	24°C	16%	21,1
26/07/12	-	-	-	0	1♂4♀	-	5	35°C	24°C	16%	24,8
06/08/12	0	0	-	-	-	-	0	36°C	25°C	13%	13,3
08/08/12	0	0	-	-	-	-	0	38°C	23°C	11%	12,2
09/08/12	-	-	-	0	0	-	0	37°C	23°C	11%	13
10/08/12	-	-	-	0	0	-	0	36°C	23°C	13%	14,6
18/08/12	0	0	-	-	-	-	0	37°C	22°C	13%	10,9
19/08/12	0	0	-	-	-	-	0	37°C	24°C	12%	23
20/08/12	-	-	-	0	0	-	0	38°C	25°C	11%	17,2
21/08/12	-	-	-	0	0	-	0	38°C	27°C	12%	16,9

Tabla V.25. Información referente a las capturas de *Cx. pipiens* en los diferentes puntos de muestreo de la FSB. No se realizó muestreo (-). Número total de ejemplares (Nte), Temperatura máxima (TM), Temperatura mínima (Tm), Humedad relativa (H), Velocidad media del viento (Vvm).

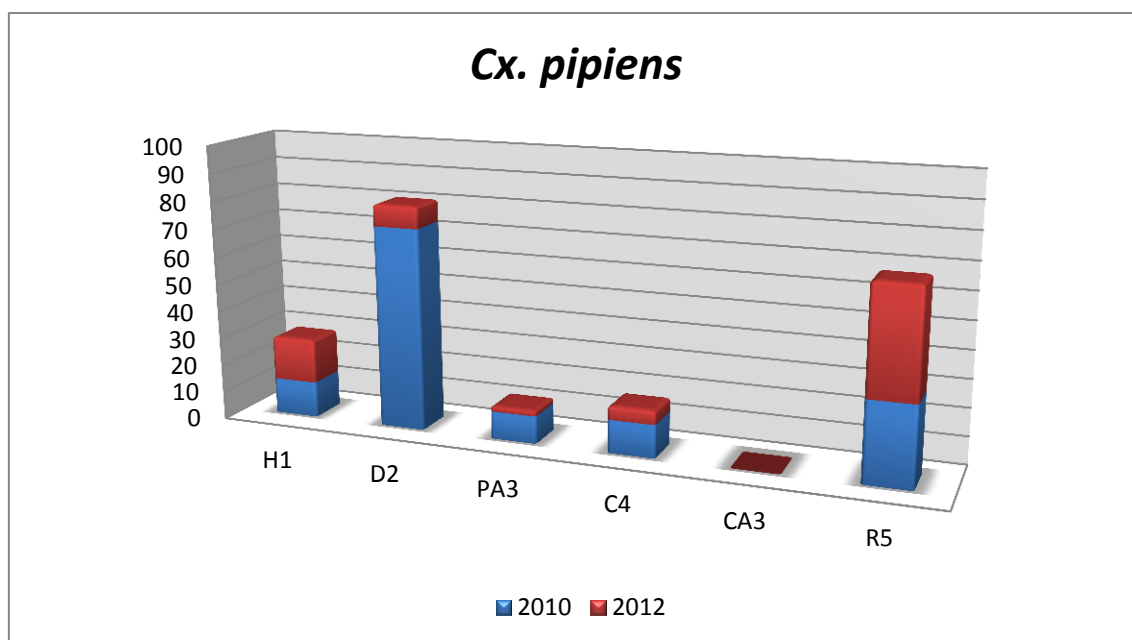


Figura V.51. Abundancia de *Cx. pipiens* por punto de muestreo en los años 2010 y 2012.

La dinámica poblacional de la especie en las campañas de muestreo desarrolladas en 2010 y 2012 aparece reflejada en las Figuras V.52 y V.53. En el año 2010 (Fig. V.52) se comienza a muestrear a comienzos del mes de julio y se termina a principios de septiembre. En esta gráfica se observan varios picos poblacionales, siendo el primero y más acusado el correspondiente a la segunda noche de muestreo realizado el 7 de julio. En líneas generales, aunque no siempre es así, se observa una concordancia de los picos de población con incrementos de las temperaturas ambientales, tanto de las máximas como de las mínimas. En el año 2012 los muestreos comienzan el 28 de mayo y se prolongan hasta el 21 de agosto; se aprecia nuevamente el descenso significativo de las capturas el segundo año (70 frente a 136) a pesar de haberse muestreado un mayor número de días, si bien, como ya se comentó al referirnos a la Figura V.51, no en todos los puntos se produjo esta reducción. No existe una concordancia en 2012 ente los picos poblacionales y las gráficas de temperatura, y resulta llamativo que a partir del 6 de agosto todos los muestreos son negativos, no existiendo cambios significativos en las condiciones ambientales que se daban hasta esa fecha (Tabla V.25).



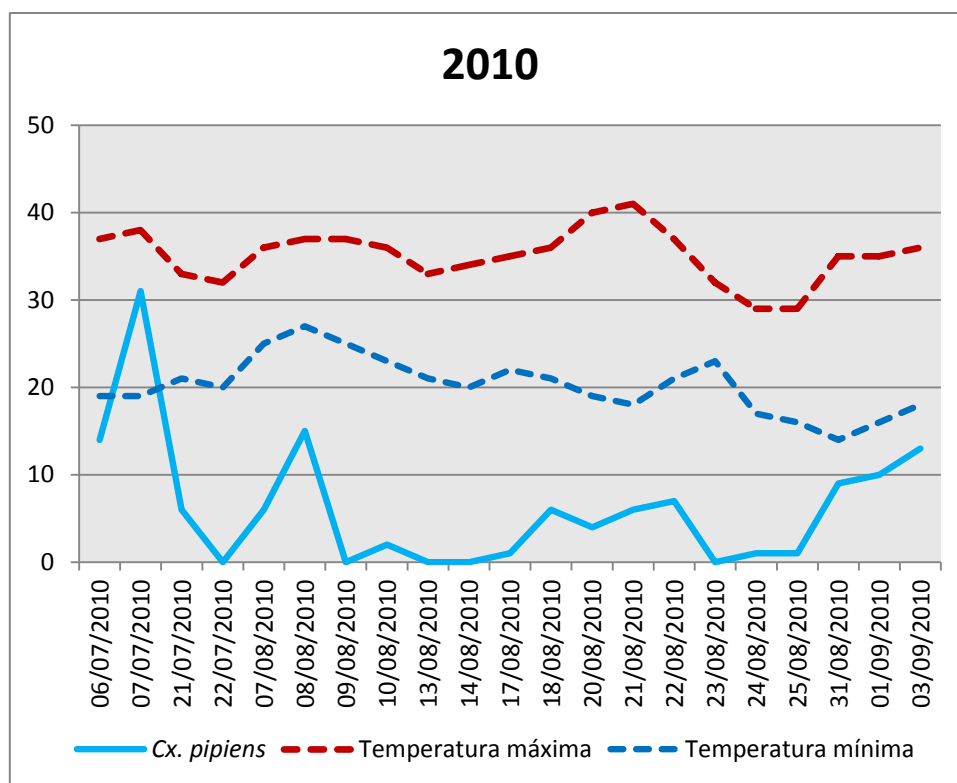


Figura V.52. Dinámica poblacional de *Cx. pipiens* en la FSB en 2010.

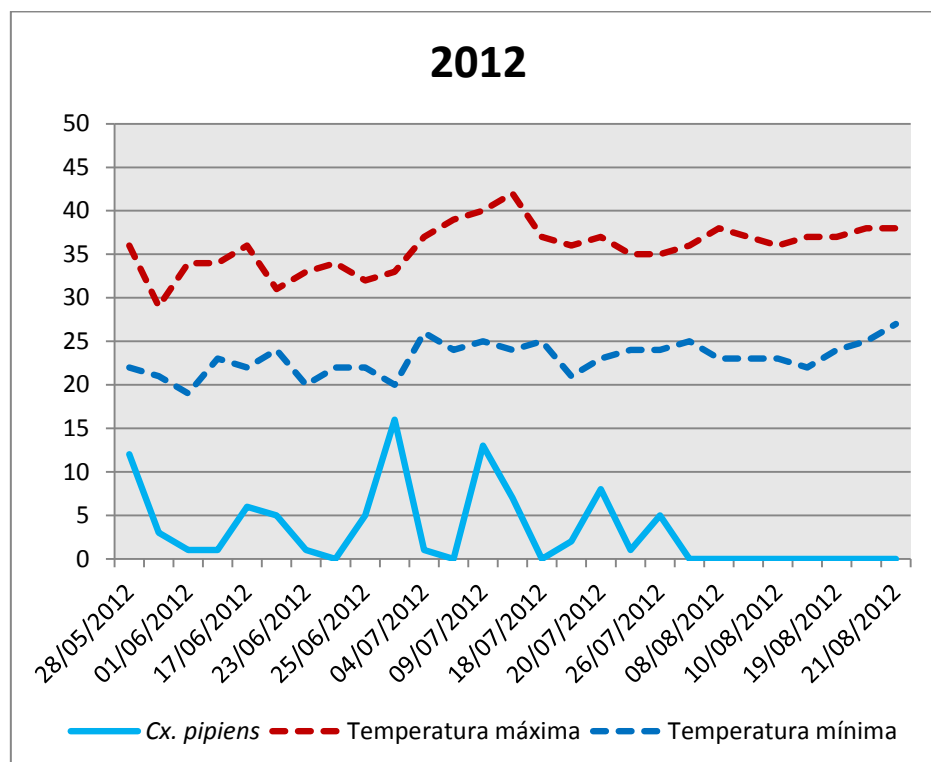


Figura V.53. Dinámica poblacional de *Cx. pipiens* en la FSB en 2012.

***Culex theileri*** Theobald, 1903

Sus datos taxonómicos básicos, biología e importancia médico-veterinaria han sido ya tratados cuando se abordó esta especie en el capítulo correspondiente al estudio entomológico en la BATO.

**Citas en Afganistán:** existen diversas citas de la presencia de esta especie en varias provincias de Afganistán, incluyendo Herat en la que se capturó en el presente trabajo (WARD, 1972; HARBACH, 1985, 1988; RUEDA y col., 2008).

**Ejemplares capturados en la FSB:** esta especie fue la más abundante en términos absolutos de las capturadas en la FSB; sin embargo apareció con un patrón bastante irregular que pasamos a comentar. Únicamente se recogió durante 2010, no habiéndose detectado su presencia en 2008 ni en 2012. El número de especímenes fue de 343, pero la mayor parte apareció en el punto D2 (301), junto a la depuradora de aguas residuales, siendo muy escasa en el resto de puntos, apareciendo sólo en R5, C4 y H1. De los ejemplares recogidos, 327 (95%) fueron hembras (Fig. V.46). La presencia masiva de esta especie sólo en 2010, y especialmente junto a la depuradora (Figura V.54), así como su total desaparición posterior son aspectos que posiblemente estén relacionados con cambios producidos en dicha instalación en relación al tratamiento de las aguas residuales y que se comentarán en el apartado Discusión.

Fecha	H1	D2	PA3	C4	R5	CA3	Nte	TM	Tm	H	Vvm
06/07/10	1♀	4♂78♀	-	-	-	-	83	37°C	19°C	13%	10,9
07/07/10	6♀	8♂168♀	-	-	-	-	182	38°C	19°C	11%	9,3
21/07/10	2♀	12♀	0	-	-	-	14	33°C	21°C	25%	14,1
22/07/10	0	12♀	0	-	-	-	12	32°C	20°C	17%	15,9
07/08/10	0	1♂7♀	0	-	-	-	8	36°C	25°C	12%	21,7
08/08/10	1♀	1♂3♀	0	-	-	-	5	37°C	27°C	11%	25,2
10/08/10	-	-	-	4♀	-	-	4	36°C	23°C	14%	19,3
17/08/10	-	-	-	-	1♂3♀	-	4	35°C	22°C	14%	22
18/08/10	-	-	-	-	3♀	-	3	36°C	21°C	14%	21,1
20/08/10	-	-	-	-	0	-	0	40°C	19°C	12%	16,5
21/08/10	-	-	-	-	5♀	-	5	41°C	18°C	12%	15,2
22/08/10	-	-	-	7♀	-	-	7	37°C	21°C	22%	21,7
23/08/10	-	-	-	0	-	-	0	32°C	20°C	20%	22,1
24/08/10	0	6♀	-	-	-	-	6	29°C	17°C	14%	27,2
25/08/10	0	1♀	-	-	-	-	1	29°C	16°C	14%	22,8
31/08/10	-	-	-	0	2♀	-	2	35°C	14°C	14%	8,5
01/09/10	-	-	0	0	1♂6♀	-	7	35°C	16°C	13%	11,3

Tabla V.26. Información referente a las capturas de *Cx. theileri* en los diferentes puntos de muestreo de la FSB. No se realizó muestreo (-). Número total de ejemplares (Nte), Temperatura máxima (TM), Temperatura mínima (Tm), Humedad relativa (H), Velocidad media del viento (Vvm).

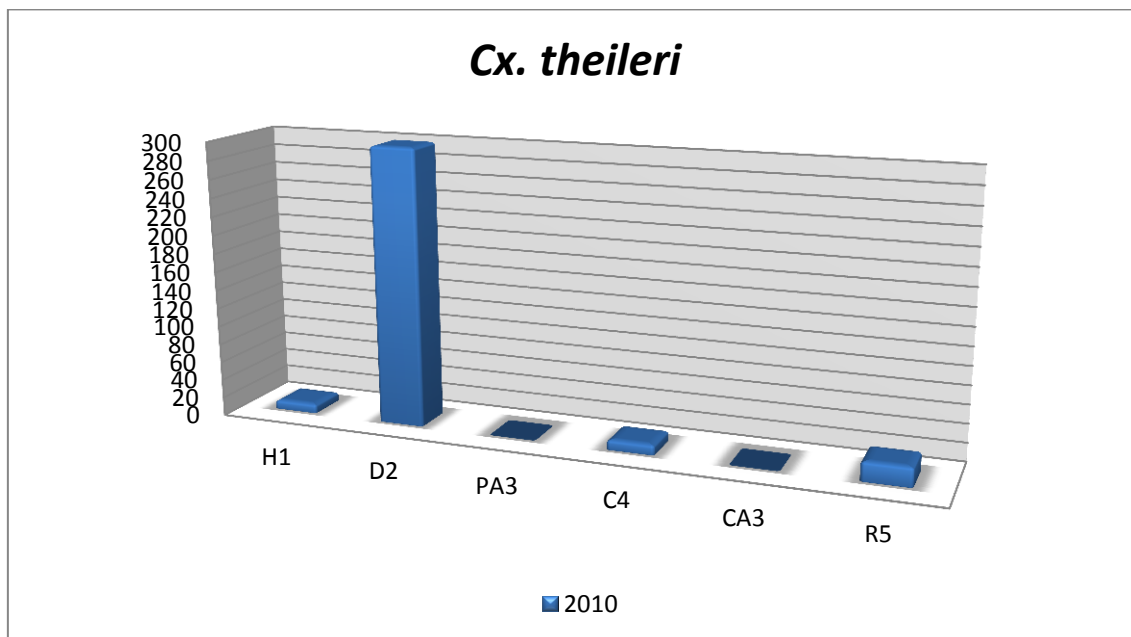


Figura V.54. Abundancia de *Cx. theileri* por punto de muestreo en 2010.

La dinámica poblacional de la especie durante 2010 aparece reflejada en la Figura V.55, mostrando un patrón en el que llama la atención que la mayoría de ejemplares se capturan en dos noches consecutivas de muestreo, 6 y 7 de julio, pico poblacional que también coincide con el de *Cx. pipiens* (Fig. V.52), no siendo este último tan acusado, y que coincide también con un pico en las temperaturas máximas. Posteriormente los picos poblacionales de *Cx. theileri* son mucho más discretos, y en algún caso, como sucede a mediados de

agosto y a principios de septiembre, coinciden con incrementos de población de *Cx. pipiens*.

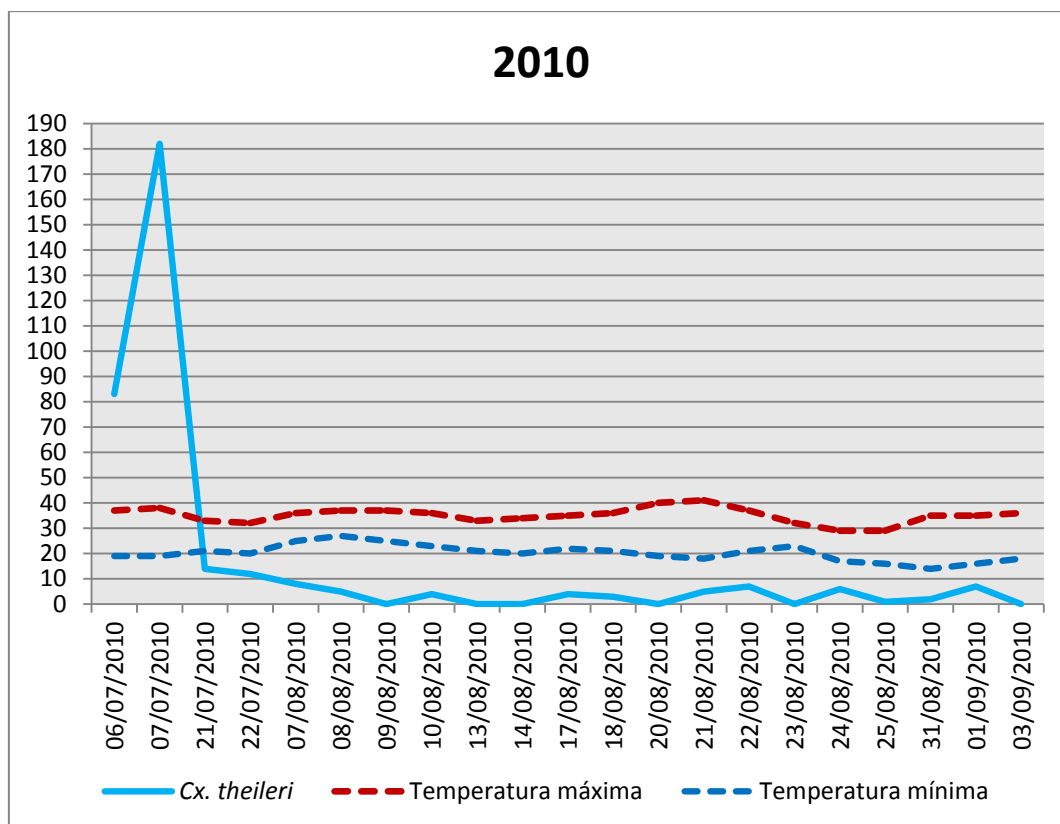


Figura V.55. Dinámica poblacional de *Cx. theileri* en la FSB en 2010.

### *Culex quinquefasciatus* Say, 1823

#### Caracteres taxonómicos básicos:

- Palpos maxilares claramente más cortos que la probóscide en las hembras.
- Ausencia de setas preespiraculares.
- Ausencia de setas postespiraculares.
- Ausencia de escamas postespiraculares.
- Borde posterior del escutelo trilobulado.
- Seta mesepimeral inferior presente.
- Tergos abdominales III-VII con banda transverso-basal de escamas blancas.

- Para diferenciarlo de *Cx. pipiens*, debemos considerar la venación alar: la subcosta en la especie que nos ocupa llega a la costa antes del nivel de la bifurcación de  $R_{2+3}$  (Fig. V.56).

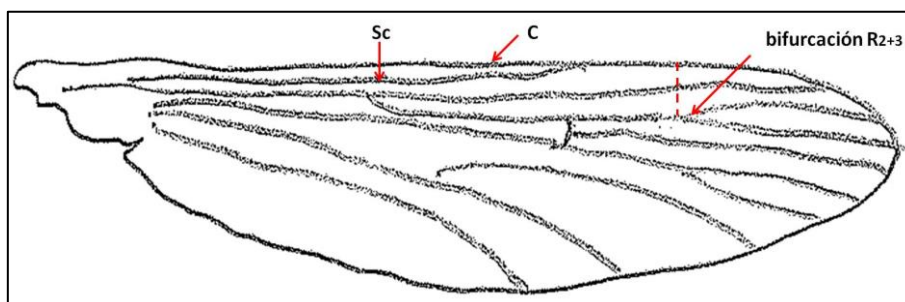


Figura V.56. Ala de *Cx. quinquefasciatus* donde se muestra cómo la subcosta (Sc) alcanza la costa (C) antes del nivel de la bifurcación  $R_{2+3}$ , detalle que lo diferencia de *Cx. pipiens*.

**Distribución general y citas en Afganistán:** especie ampliamente distribuida por las regiones tropicales y subtropicales (BECKER y col., 2010). Existen citas de su presencia en Afganistán en diferentes regiones, incluyendo la provincia de Herat, si bien todavía aparecía con la denominación de *Cx. pipiens fatigans* Wiedemann, 1828 (WARD, 1972; DANILOV, 1985).

**Biología y fenología:** las larvas se adaptan a todo tipo de hábitats acuáticos, desde aguas claras y limpias hasta las salobres y con alto grado de turbidez y materia orgánica en descomposición, incluyendo las aguas residuales procedentes de letrinas, aunque en general prefiere grandes volúmenes a pequeños recipientes. Los adultos aparecen durante todo el año y durante el día suelen descansar en lugares escondidos en el interior de las viviendas, siendo las hembras especialmente antropófilas, alimentándose tanto en exteriores como interiores, preferiblemente por la noche; tampoco dudan en alimentarse sobre los animales domésticos, ya sean aves o mamíferos. Las hembras son estenógamas, anautógenas y multivoltinas (BECKER y col., 2010).

**Ejemplares capturados en la FSB:** se capturaron 4 ejemplares hembra de esta especie durante 2010, de forma bastante tardía, ya que aparecieron a finales de agosto y principios de septiembre. Para su identificación y diferenciación de *Cx. pipiens* se tuvo en cuenta la diferencia en la intersección

de la subcosta y la costa. Las capturas se realizaron en el punto C4 (3 especímenes) y en D2 (1 espécimen) (Tabla V.27 y Fig. V.57).

Fecha	H1	D2	PA3	C4	R5	CA3	Nte	TM	Tm	H	Vvm
22/08/10	-	-	-	3♀	-	-	3	37°C	21°C	22%	21,7
03/09/10	0	1♀	-	-	-	-	1	36°C	18°C	13%	11,3

Tabla V.27. Información referente a las capturas de *Cx. quinquefasciatus* en los diferentes puntos de muestreo de la FSB. No se realizó muestreo (-). Número total de ejemplares (Nte), Temperatura máxima (TM), Temperatura mínima (Tm), Humedad relativa (H), Velocidad media del viento (Vvm).

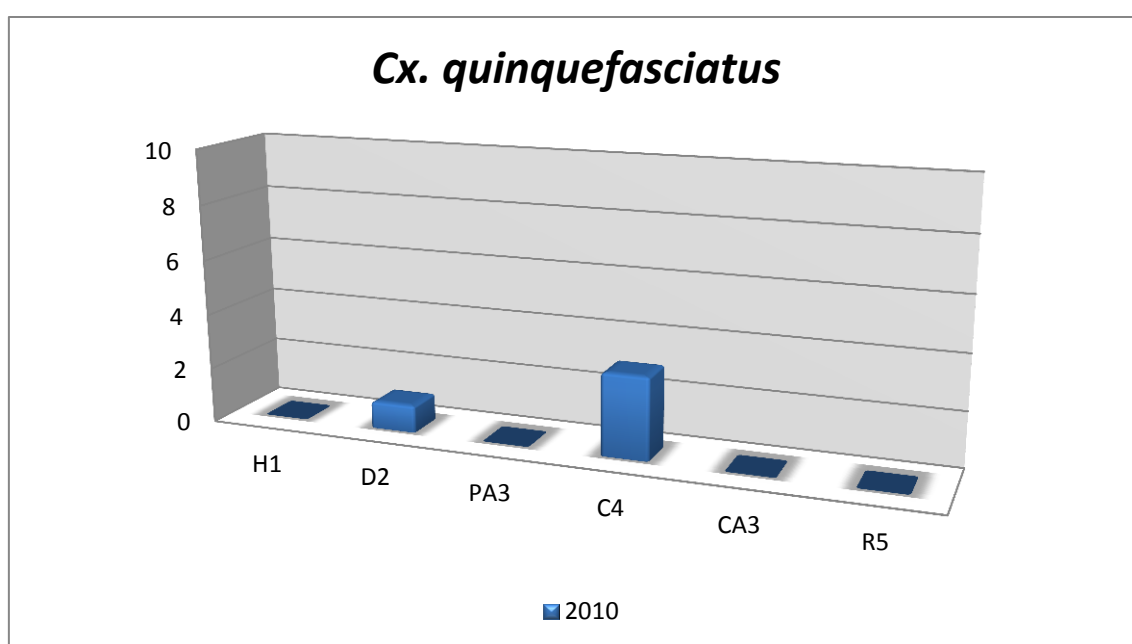


Figura V.57. Abundancia de *Cx. quinquefasciatus* por punto de muestreo en 2010.

**Importancia médico-veterinaria:** es uno de los principales vectores de la filariasis por *Buchereria bancrofti* en regiones tropicales así como por *Brugia malayi*; también puede transmitir la filariasis canina producida por *Dirofilaria immitis* y algunos plasmodios en las aves. Se ha relacionado asimismo con la transmisión de arbovirus como el de Chikungunya y el de la Encefalitis Japonesa, aunque no existen evidencias de que esto pueda ocurrir de forma natural (BECKER y col., 2010), pero sí es un vector del virus de fiebre del Nilo Occidental en Estados Unidos (KILPATRICK y col., 2005).

***Culiseta annulata*** (Schränk, 1776)

Sus datos taxonómicos básicos, biología e importancia médico-veterinaria han sido ya tratados cuando se abordó esta especie en el capítulo correspondiente al estudio entomológico en la BATO.

**Ejemplares capturados en la FSB:** se capturó un único ejemplar en el punto denominado H1, junto al hangar de helicópteros, durante el mes de julio de 2010, constituyendo la primera cita de esta especie en Afganistán (Tabla V.28 y Figura V.58).

Fecha	H1	D2	PA3	C4	R5	CA3	Nte	TM	Tm	H	Vvm
07/07/10	1♀	0	-	-	-	-	1	38°C	19°C	11%	9,3

Tabla V.28. Información referente a las capturas de *Cs. annulata* en los diferentes puntos de muestreo de la FSB. No se realizó muestreo (-). Número total de ejemplares (Nte), Temperatura máxima (TM), Temperatura mínima (Tm), Humedad relativa (H), Velocidad media del viento (Vvm).

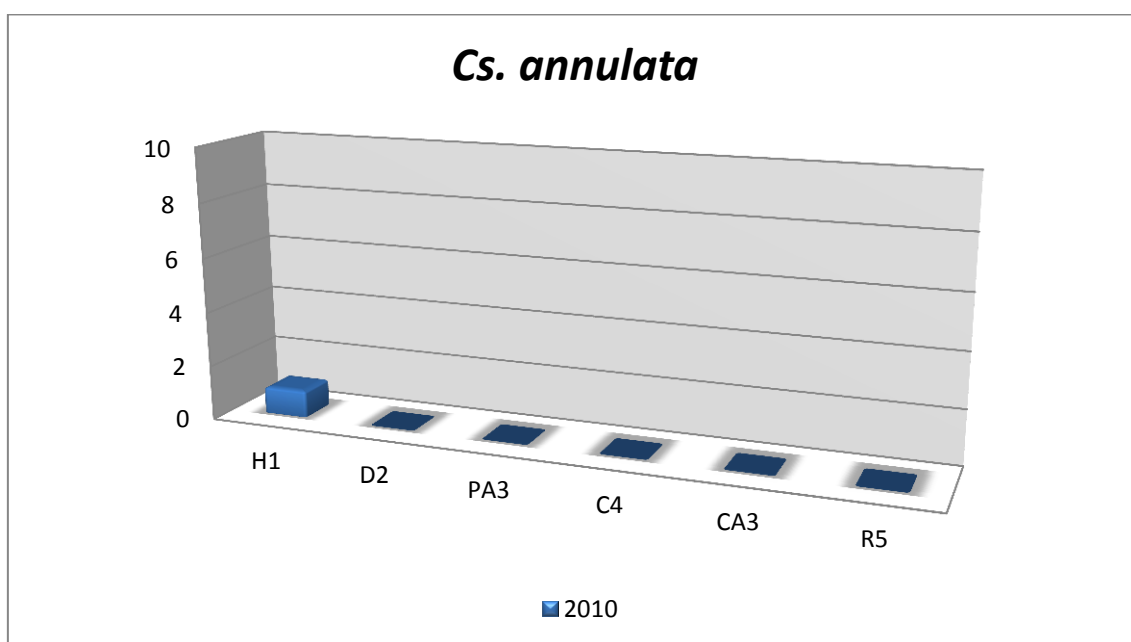


Figura V.58. Abundancia de *Cs. annulata* por punto de muestreo en el año 2010.

***Culiseta longiareolata*** (Maquart, 1938)

Sus datos taxonómicos básicos, biología e importancia médico-veterinaria han sido ya tratados cuando se abordó esta especie en el capítulo correspondiente al estudio entomológico en la BATO.

**Citas en Afganistán:** existen citas de la presencia de esta especie en Afganistán, habiéndose encontrado entre otras zonas en Herat (WARD, 1972; RUEDA y col., 2008).

**Ejemplares capturados en la FSB:** se capturaron 22 especímenes de esta especie entre 2010 y 2012, apareciendo desde mayo hasta septiembre. Las hembras fueron más abundantes que los machos en el conjunto de los dos años, sin embargo, analizando ambas temporadas por separado observamos que este predominio se produce únicamente en 2010, ocurriendo al contrario en 2012 (Figuras V.46 y V.50). Se capturó en todos los puntos excepto CA3, siendo el punto en el que más ejemplares se recogieron R5 (entrada del hospital), tanto en 2010 como en 2012, donde posiblemente acudían las hembras para alimentarse; también se hallaron 2 hembras en PA3 (interior de un hangar) lo que estaría relacionado con la capacidad endofágica de esta especie (Tabla V.29 y Fig. V.59).

Fecha	H1	D2	PA3	C4	R5	CA3	Nte	TM	Tm	H	Vvm
06/07/10	0	1♀	-	-	-	-	1	37°C	19°C	13%	10,9
10/08/10	-	-	-	1♀	-	-	1	36°C	23°C	14%	19,3
18/08/10	-	-	-	-	1♀	-	1	36°C	21°C	14%	21,1
20/08/10	-	-	-	-	2♀	-	2	40°C	19°C	12%	16,5
21/08/10	-	-	2♀	-	3♀	-	5	41°C	18°C	12%	15,2
31/08/10	-	-	-	0	1♀	-	1	35°C	14°C	14%	8,5
03/09/10	0	2♀	-	-	-	-	2	36°C	18°C	13%	11,3
28/05/12	-	-	-	-	1♀	-	1	36°C	22°C	22%	10,4
20/06/12	1♂	0	-	-	-	-	1	32°C	21°C	20%	-
23/06/12	-	-	-	1♀	0	-	1	33°C	20°C	19%	18,3
25/06/12	-	-	0	-	3♂	-	3	32°C	22°C	23%	21,1
26/06/12	-	-	0	-	3♀	-	3	33°C	26°C	14%	18,1

Tabla V.29. Información referente a las capturas de *Cs. longiareolata* en los diferentes puntos de muestreo de la FSB. No se realizó muestreo (-). Número total de ejemplares (Nte), Temperatura máxima (TM), Temperatura mínima (Tm), Humedad relativa (H), Velocidad media del viento (Vvm).



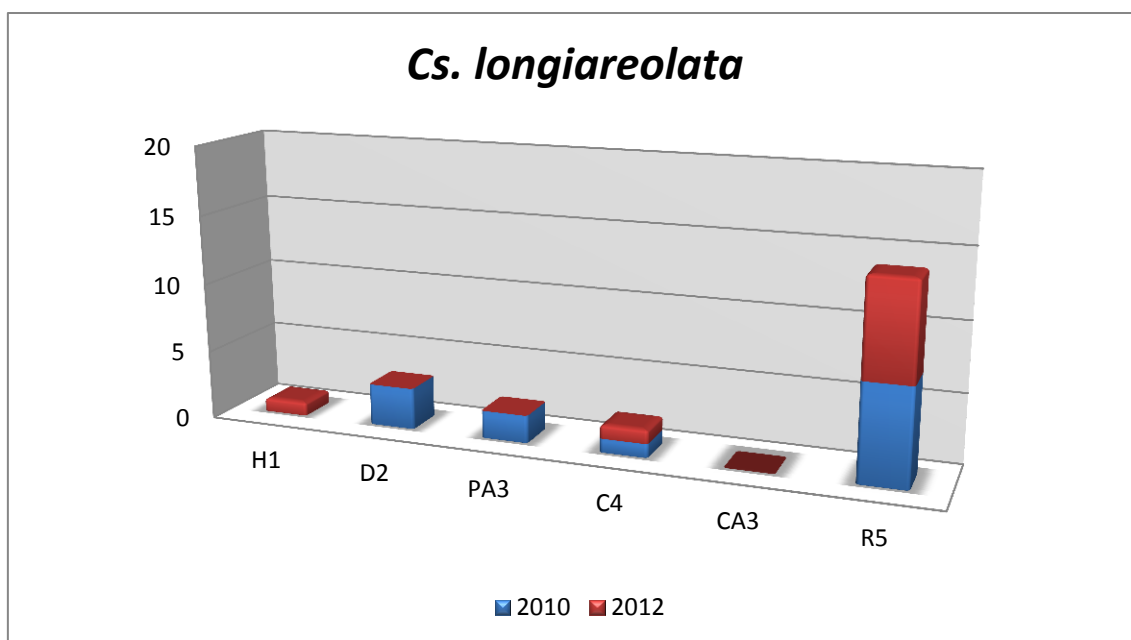


Figura V.59. Abundancia de *Cs. longiareolata* por punto de muestreo en los años 2010 y 2012.

### ***Aedes vexans* (Meigen, 1830)**

#### **Caracteres taxonómicos básicos:**

- Palpos maxilares claramente más cortos que la probóscide en las hembras. Tanto unos como otros son oscuros por las escamas que los recubren, presentando los palpos algunas escamas blanquecinas apicalmente.
- Ausencia de setas preespiraculares.
- Borde posterior del escutelo trilobulado.
- Tergos abdominales con bandas basales que se estrechan en el centro dando a las bandas un patrón bilobular (Fig. V.60).

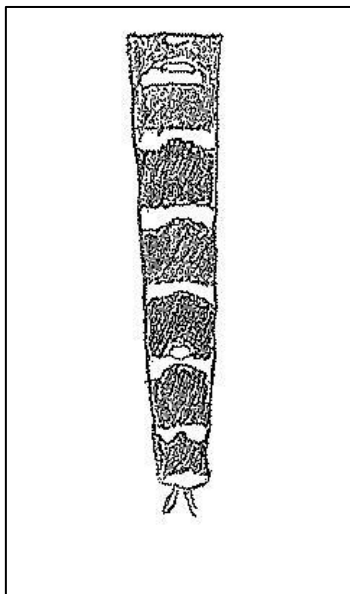


Figura V.60 Dibujo de abdomen de *Ae. vexans* con su característico patrón de bandas en los tergos.

- Anillos tarsales pálidos muy estrechos, que no suelen exceder 1/4 de la longitud de cada tarsómero.

**Distribución general y citas en Afganistán:** especie distribuida por la región Paleártica, Neártica, Australiana y Oriental (SCHAFFNER y col., 2001). Aparece citada también en Afganistán por algunos autores (DANILOV, 1985; RUEDA y col., 2008).

**Biología y fenología:** especie multivoltina que prefiere criar en cuerpos de aguas temporales como márgenes de ríos y orillas de lagos después de crecidas, prados o arboledas inundadas así como zonas de juncos o cañas; en general con aguas neutras o alcalinas (BECKER y col., 2010). Los adultos desaparecen durante el invierno, siendo los huevos, que resisten temperaturas de congelación y la desecación durante varios años, los que pasan la fase hibernante. Las hembras son bastante agresivas, pudiendo alimentarse tanto sobre animales (mamíferos y aves) como sobre humanos, especialmente al atardecer, siendo frecuente que penetren en las viviendas para tomar sangre. (SCHAFFNER y col., 2001).

**Ejemplares capturados en la FSB:** se capturó un único ejemplar de esta especie en el punto C4, situado en la parte trasera de la cocina (Tabla V.30 y Fig. V.61).

Fecha	H1	D2	PA3	C4	R5	CA3	Nte	TM	Tm	H	Vvm
10/08/10	-	-	-	1♀	-	-	1	36°C	23°C	14%	19,3

Tabla V.30. Información referente a las capturas de *Ae. vexans* en los diferentes puntos de muestreo de la FSB. No se realizó muestreo (-). Número total de ejemplares (Nte), Temperatura máxima (TM), Temperatura mínima (Tm), Humedad relativa (H), Velocidad media del viento (Vvm).

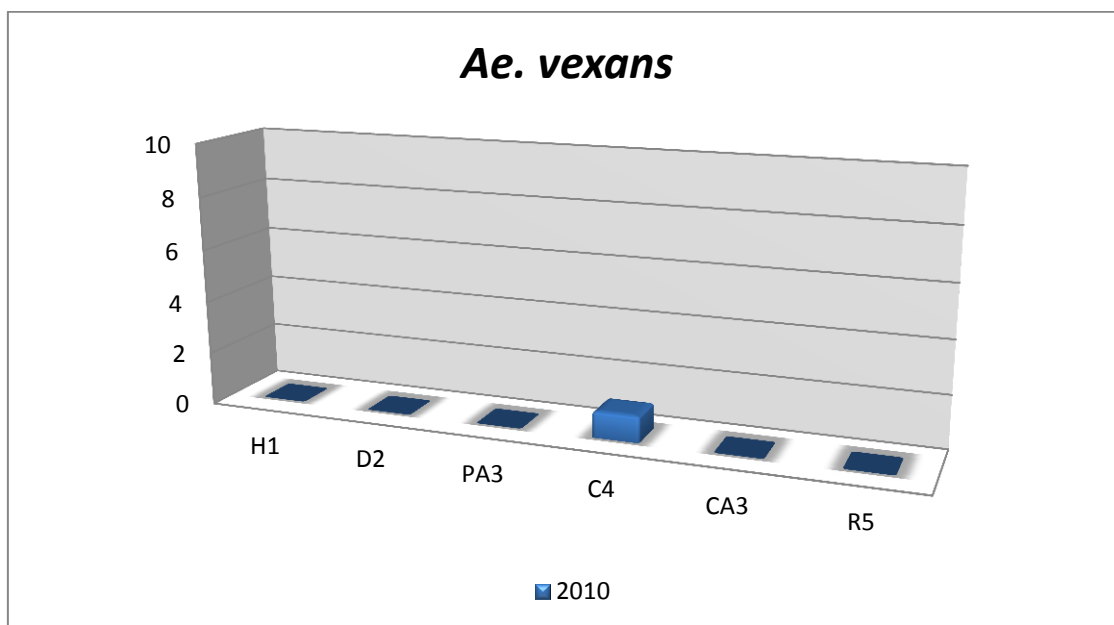


Figura V.61. Abundancia de *Ae. vexans* por punto de muestreo en el año 2010.

**Importancia médico-veterinaria:** es vector del virus Tahyna, probablemente juegue un papel en la transmisión de la tularemia y *Dirofilaria immitis* puede desarrollarse en su interior hasta estadios infectantes (SCHAFFNER y col., 2001; GRIEVE y col., 1983). Ha sido encontrado infectado en condiciones naturales por diversos tipos de virus (BECKER y col., 2010) y podría actuar en el mantenimiento de los ciclos enzoóticos de la fiebre del Nilo Occidental (TIAWSIRISUP y col., 2008).

### ***Ochlerotatus caspius* (Pallas, 1771)**

Sus datos relativos a taxonomía, biología e importancia médico-veterinaria han sido ya tratados al referirnos a esta especie en la BATO donde también fue hallada.

**Citas en Afganistán:** esta especie ha sido hallada con anterioridad a este estudio en diversos muestreos, incluso en la provincia de Herat (WARD, 1972; DANILOV, 1985; RUEDA y col., 2008).

**Ejemplares capturados en la FSB:** tal y como se aprecia en la Tabla V.31 y Figura V.62, se recogieron 3 hembras de esta especie únicamente durante el muestreo de 2012 y todas en el mismo punto (R5), donde era frecuente la presencia de personal tanto de día como de noche. Dadas las características de este mosquito, que no duda en picar a las personas en exteriores e interiores, desplazándose incluso largas distancias, posiblemente ello supusiera un motivo de atracción para las hembras.

Fecha	H1	D2	PA3	C4	R5	CA3	Nte	TM	Tm	H	Vvm
26/06/12	-	-	0	-	1♀	-	1	33°C	26°C	14%	18,1
10/07/12	-	-	-	0	1♀	-	1	42°C	24°C	11%	7
25/07/12	-	-	-	0	1♀	-	1	35°C	24°C	16%	21,1

Tabla V.31. Información referente a las capturas de *Oc. caspius* en los diferentes puntos de muestreo de la FSB. No se realizó muestreo (-). Número total de ejemplares (Nte), Temperatura máxima (TM), Temperatura mínima (Tm), Humedad relativa (H), Velocidad media del viento (Vvm).

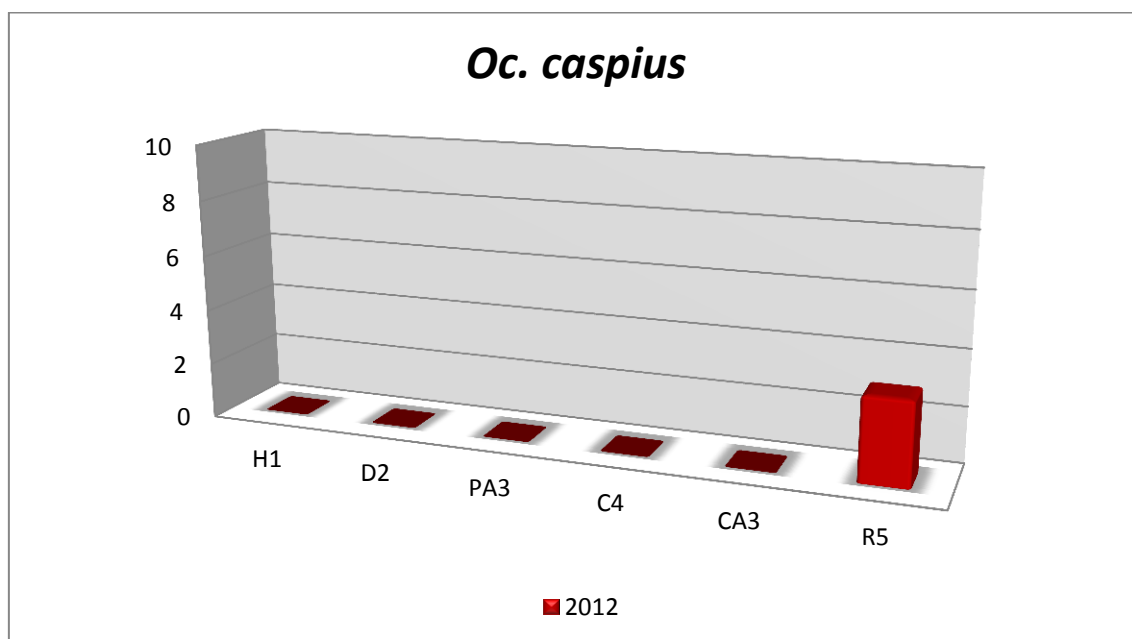


Figura V.62. Abundancia de *Oc. caspius* por punto de muestreo en el año 2012.

***Uranotaenia unguiculata* Edwards, 1913****Caracteres taxonómicos básicos:**

- Palpos maxilares claramente más cortos que la probóscide en las hembras.
- Borde posterior del escutelo trilobulado.
- Celda  $R_2$  más corta que la vena  $R_{2+3}$  (Fig. V.63).
- Vena anal (A) que se curva bruscamente en la porción apical del ala, terminando ligeramente antes o al mismo nivel que la bifurcación de la vena cubital (Cu) (Fig. V.63).

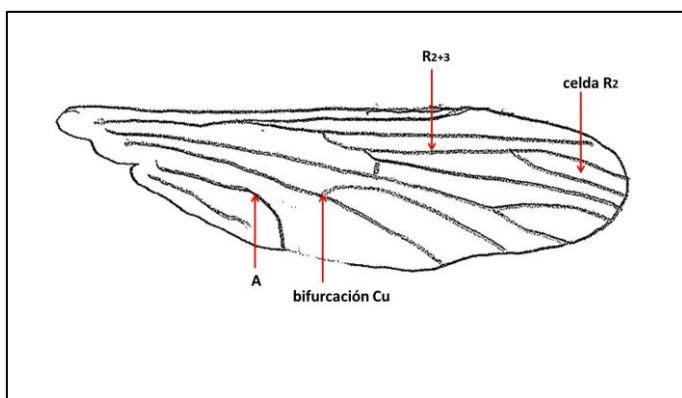


Figura V.63. Dibujo del ala de *Ur. unguiculata* con sus principales características.

**Distribución general y citas en Afganistán:** especie distribuida por la región Paleártica, con amplia presencia en la región Mediterránea; está presente también en Asia Central y en el suroeste de ese mismo continente (BECKER y col., 2010). En Afganistán ha sido citada por algunos autores (WARD, 1972; DANILOV, 1985; RUEDA y col., 2008).

**Biología y fenología:** las larvas se encuentran con preferencia en charcas y acequias con agua estancada o muy escaso caudal y abundante vegetación acuática, así como orillas o zonas de poca profundidad de lagos y embalses; en general, el agua debe tener bajos niveles de salinidad. Los adultos son más abundantes al final del verano, de hecho las únicas capturas en la FSB ocurrieron ya en otoño, durante el mes de octubre, por lo que se cree que se produce una hibernación en dicho estadio. Las hembras raramente se alimentan sobre humanos u otros mamíferos (BECKER y col., 2010).

**Ejemplares capturados en la FSB:** se capturaron 7 ejemplares de esta especie, la mayoría hembras y en su mayor parte junto a la depuradora de aguas residuales (D2), hallando sólo 1 espécimen junto a la entrada del hospital (R5), donde es frecuente la presencia humana. Las capturas se realizaron únicamente en 2008, quizás porque fue el año en que se muestreó durante el mes de octubre, siendo las temperaturas bastante más suaves que en los meses de verano (Tabla V.32 y Fig. V.64).

Fecha	H1	D2	PA3	C4	R5	CA3	Nte	TM	Tm	H	Vvm
03/10/08	-	1♂3♀	-	-	-	-	4	30°C	13,5°C	23%	7,4
07/10/08	-	2♀	-	-	-	-	2	30°C	7,5°C	17%	7,2
09/10/08	-	-	-	-	1♀	-	1	30°C	11,4°C	17%	3,5

Tabla V.32. Información referente a las capturas de *Ur. unguiculata* en los diferentes puntos de muestreo de la FSB. No se realizó muestreo (-). Número total de ejemplares (Nte), Temperatura máxima (TM), Temperatura mínima (Tm), Humedad relativa (H), Velocidad media del viento (Vvm).

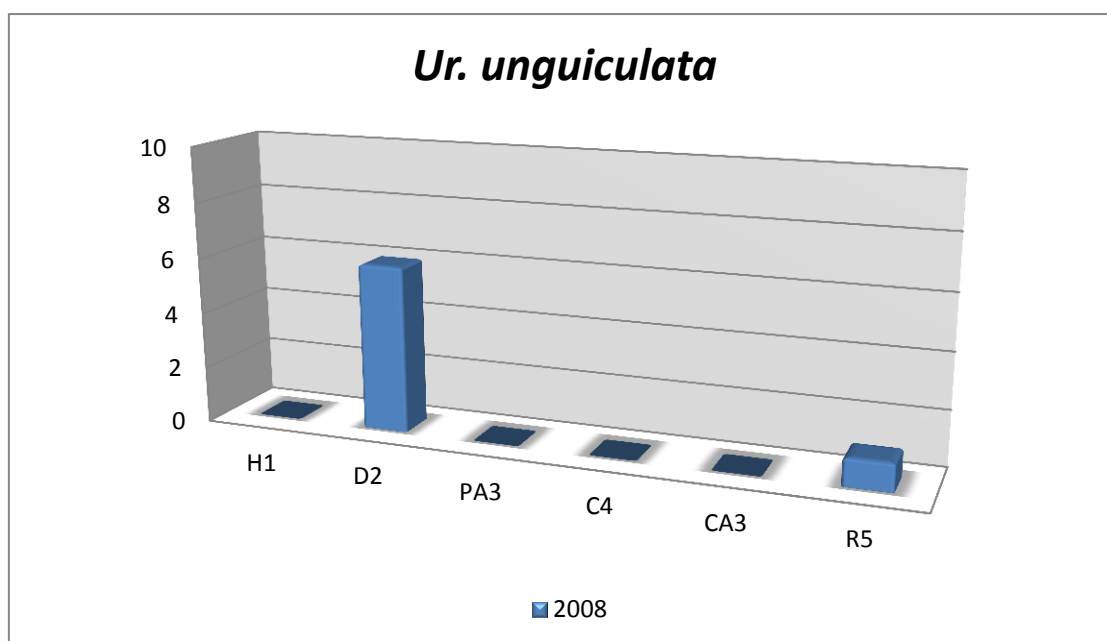


Figura V.64. Abundancia de *Ur. Unguiculata* por punto de muestreo en el año 2008.

**Importancia médico-veterinaria:** dado que no se alimenta sobre humanos ni sobre mamíferos, no parece tener relevancia en la transmisión de patógenos.

### V.2.1.6. Análisis faunístico. Taxonomía, biología y distribución de las especies de la subfamilia Anophelinae capturadas.

#### V.2.1.6.1. Análisis faunístico.

En los muestreos realizados en 2008, 2010 y 2012 se capturaron anofelinos pertenecientes a las especies *An. hyrcanus*, *An. dthali*, *An. peditaeniatus* y *An. barianensis*, así como 3 anofelinos en los que no fue posible llegar a nivel de especie en su identificación.

En conjunto, la cantidad relativa de anofelinos recogidos en comparación con el total de culícidos fue pequeña, representando un 4,65% (Fig. V.65).

Como se observa en la Figura V.66 y en la Tabla V.33, *An. hyrcanus* fue la especie más abundante entre los anofelinos, con 15 ejemplares, lo que supone un 45,45%; fue capturada en 2010 y 2012. *An. dthali* fue la segunda especie en cuanto a número de capturas, representando el 36,36% con un total de 12 ejemplares siendo hallada en los 3 años en los que se muestreó. *An. peditaeniatus*, del que se hallaron 2 especímenes, encuadrado taxonómicamente dentro del Grupo Hyrcanus (REID, 1953), Subgrupo Lestieri (HARRISON, 1972) se recogió únicamente en el año 2008, al igual que *An. barianensis*, del que solo se recogió 1 espécimen, lo cual puede tener relación con la diferente época de muestreo en que se realizó (octubre). En un 9% de los casos (3 ejemplares) no se pudo llegar a determinar la especie debido al mal estado de aquellos.

Especie	Total
<i>Anopheles hyrcanus</i>	15
<i>Anopheles dthali</i>	12
<i>Anopheles</i> sp.	3
<i>Anopheles peditaeniatus</i>	2
<i>Anopheles barianensis</i>	1
<b>Total</b>	<b>33</b>

Tabla V.33. Número total y por especies de Anophelinae capturados en la FSB en el conjunto de los años 2008, 2010 y 2012.

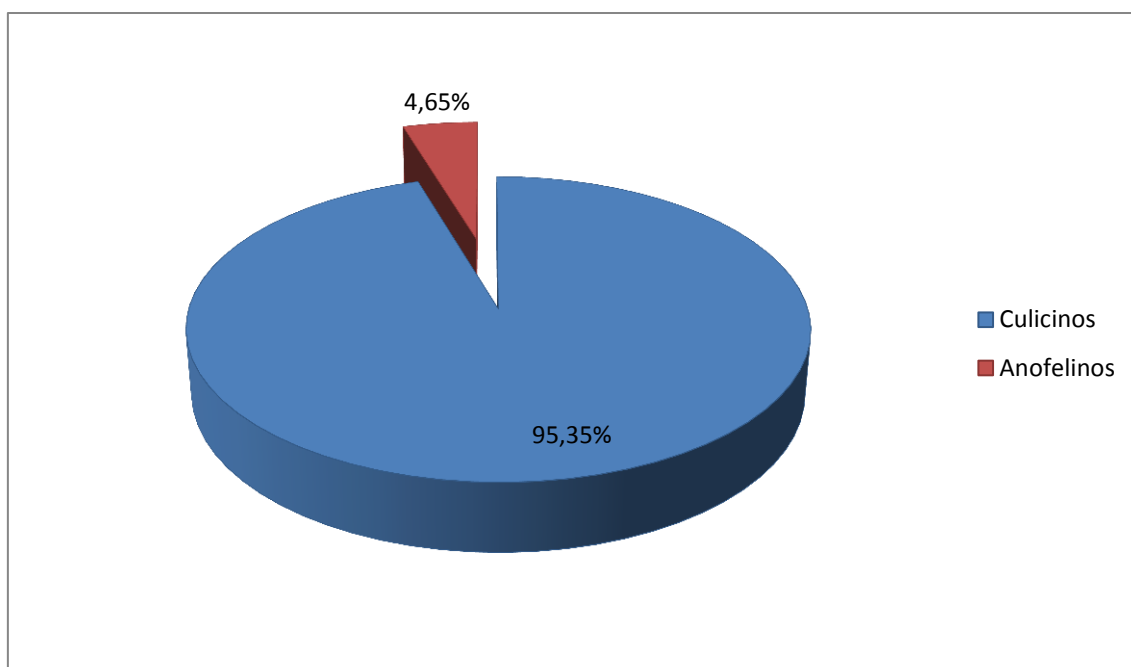


Figura V.65. Proporción de Anophelinae respecto al total de culicidae en la FSB en los años 2008, 2010 y 2012.

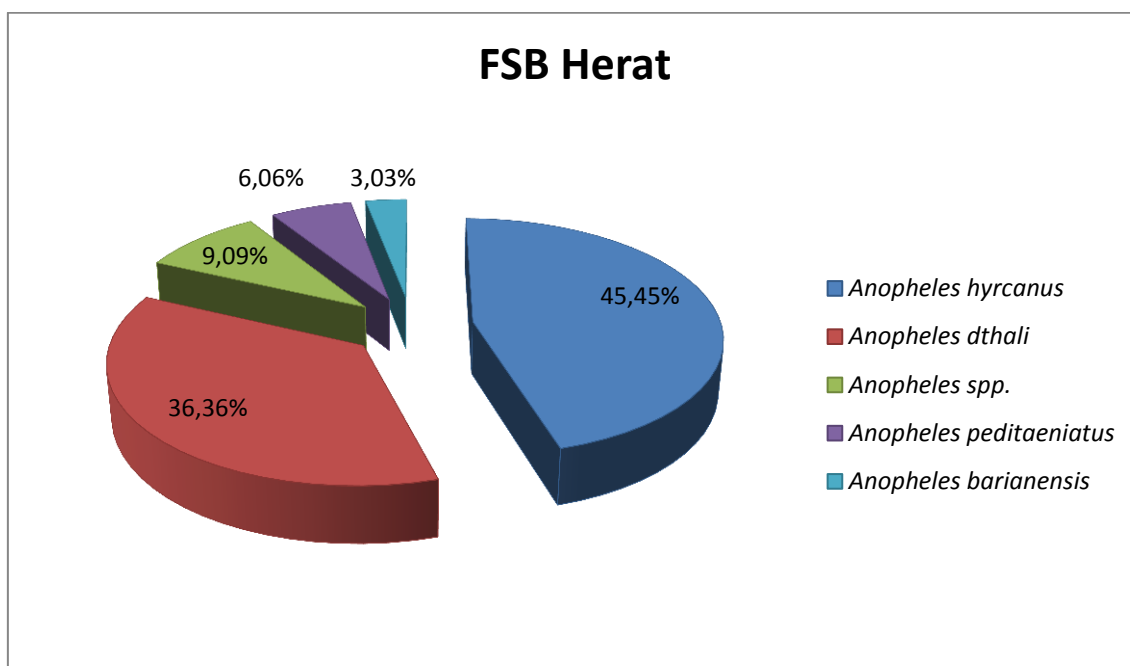


Figura V.66. Porcentaje de las diferentes especies de Anophelinae capturadas en la FSB en los años 2008, 2010 y 2012.



La dinámica poblacional en 2010 de los anofelinos en la FSB se muestra en las Figura V.67. La presencia de las especies *An. hyrcanus* y *An. dthali* coincide en el tiempo, observándose ejemplares de forma conjunta en la primera, tercera y cuarta semana del mes de agosto.

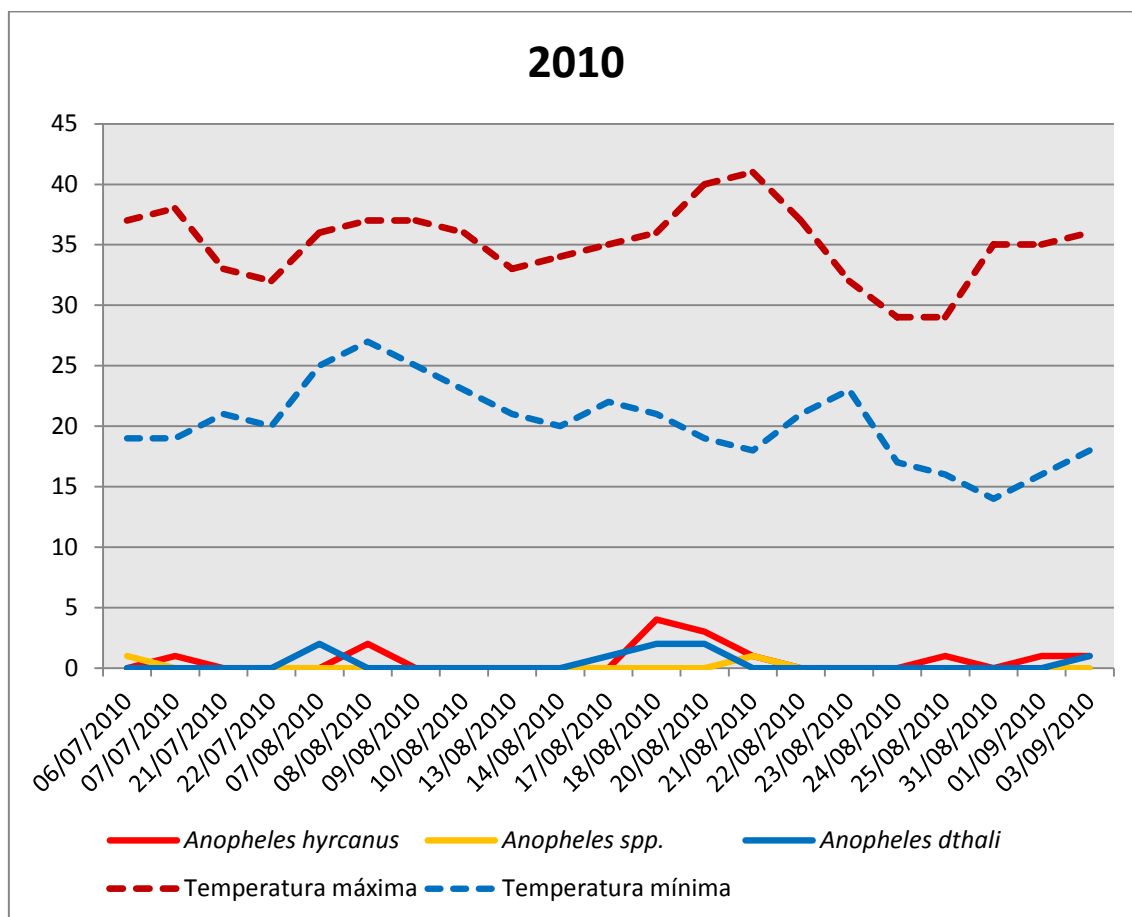


Figura V.67. Dinámica poblacional de las especies de Anophelinae capturadas en la FSB en 2010.

**V.2.1.6.2. Taxonomía, biología y distribución de las especies capturadas.**

Se comentan a continuación los datos pormenorizados de las distintas especies de la subfamilia Anophelinae que fueron halladas durante el estudio entomológico en la FSB.

***Anopheles hyrcanus* (Pallas, 1771)****Caracteres taxonómicos básicos:**

- Palpos maxilares en las hembras aproximadamente tan largos como la probóscide; en los machos terminan en forma de maza. La probóscide es marrón oscura, pero los palpos presentan el ápice pálido y tres bandas pálidas en las uniones de los palpómeros II-III, III-IV y IV-V (Fig. V.68).



Figura V.68. Palpos maxilares de *An. hyrcanus* con su característico patrón de bandas.

- Borde posterior del escutelo uniformemente redondeado y con setas distribuidas de manera regular.

- Las venas alares se hallan cubiertas de escamas pálidas y oscuras, dando lugar a diversas zonas con dichos contrastes; en concreto, el margen oscuro de la costa (C) está interrumpido por dos manchas pálidas en la mitad apical: la más proximal afecta a las venas C y radial-1 ( $R_1$ ), mientras que la más apical se extiende desde C hasta radial-2 ( $R_2$ ); las escamas blancas son dominantes en las venas cubital (Cu) y anal (A), siendo a veces casi enteramente blancas (Fig. V.69).

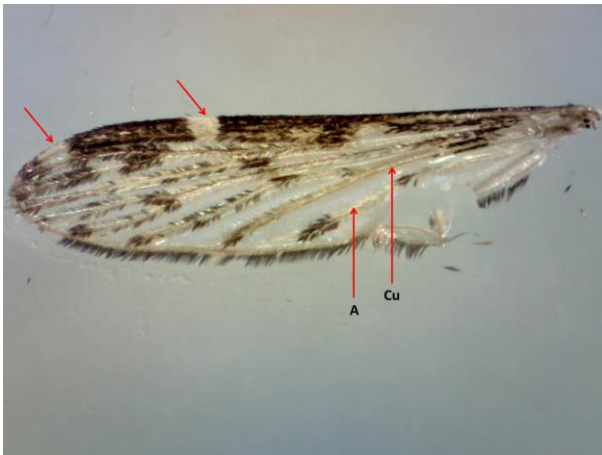


Figura V.69. Imagen del ala de *An. hyrcanus*. Las flechas superiores indican las manchas blancas que afectan a la costa, radial-1 y radial-2

- El abdomen es oscuro con setas largas marrones o algo doradas y en la mitad apical del sternum VII existe un penacho de escamas grisáceas.
- En los machos, la genitalia se caracteriza por presentar en el gonocoxito dos setas parabasales de diferente longitud, siendo la exterior más larga que la interior. El lóbulo exterior de las claspets presenta setas fundidas en forma de espátula aplanada, mientras que el lóbulo interno muestra dos setas simples. El aedeago tiene varios pares de foliolos en el ápice, de longitud aproximadamente 1/3 del aedeago (Fig. V.70).

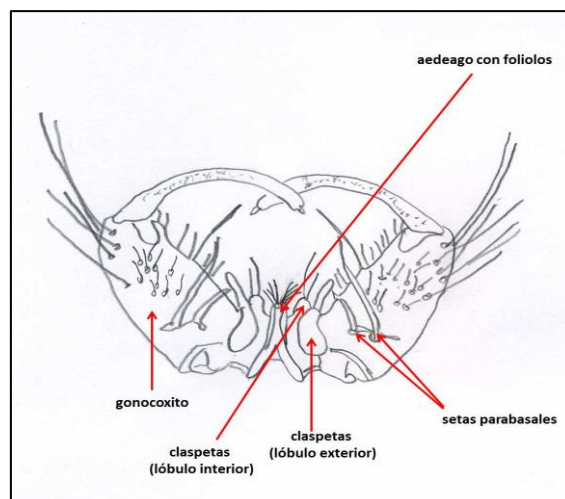


Figura V.70. Genitalia de *An. hyrcanus* con sus principales estructuras. Basado en BECKER y col., 2010

- Tarsómero trasero 4 (Ta-III<sub>4</sub>) es pálido sólo en el ápice y el tarsómero trasero 5 (Ta-III<sub>5</sub>) es totalmente oscuro. (Fig. V.71).

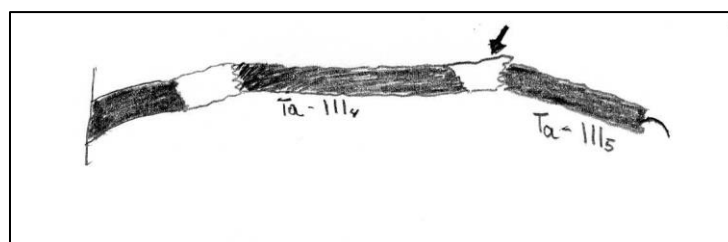


Figura V.71. Dibujo del tarsómero de *An. hyrcanus*. La flecha indica la zona pálida del ápice del tarsómero trasero 4.

**Distribución general y citas en Afganistán:** especie ampliamente distribuida por la región Paleártica, estando extensamente difundida por Europa (HALGOS y BENKOVA, 2004; PONÇON y col., 2007a; VOTYPKA y col., 2008; SEBESTA y col., 2009; SEIDEL y col., 2013a; LEBL y col., 2013); en España aparece citada en las provincias de Huesca, Teruel, Valencia y Barcelona (BUENO MARÍ y col., 2012). Llega hasta el Pacífico en Asia y algunas zonas de la Región Oriental más al sur. Existe una gran variabilidad entre las formas presentes en las diferentes regiones, de tal manera que se habla del complejo *Anopheles hyrcanus* en el que se engloban diversas variedades o subespecies (RAMSDALE, 2001; HARBACH, 2004; BECKER y col., 2010). En Afganistán esta especie ha sido citada con anterioridad al presente trabajo en diferentes provincias del país, recientemente en el norte (Kunduz) y en el este (Nangahar), si bien no había sido detectada su presencia en la provincia de

Herat (WARD, 1972; DANILOV, 1985; GLICK, 1992; RUEDA y col., 2008; FAULDE y col., 2008; LESLIE y col., 2009b; COLEMAN y col., 2009a).

**Biología y fenología:** las larvas se pueden hallar en aguas estancadas aunque limpias, ricas en vegetación y soleadas, siendo zonas idóneas de cría los cultivos de arroz y sistemas de riego anejos, así como los márgenes remansados de ríos; pueden tolerar un ligero grado de salinidad. Los adultos producen 2-4 generaciones al año, y los hábitos de las hembras son fundamentalmente exofílicos y exofágicos, penetrando muy raramente en las viviendas; con frecuencia presentan un carácter marcadamente antropofílico, llegando las hembras a mostrar gran agresividad sobre los humanos, especialmente si no existe ganado cercano del que alimentarse (RAMSDALE, 2001; ROWLAND y col., 2002; PONÇON y col., 2007a; BECKER y col., 2010). Destaca además por haber desarrollado resistencia al DDT (ONORI y col., 1975).

**Ejemplares capturados en la FSB:** tal y como se aprecia en la Tabla V.33, se capturaron 15 ejemplares de *An. hyrcanus* entre 2010 y 2012, de los que 14 fueron hembras y 1 macho (Figura V.72). El punto en el que más especímenes aparecen es el localizado junto a la entrada del hospital o ROLE (R5) con 9 mosquitos, seguido del que se situó junto a la depuradora de aguas residuales (D2); un único ejemplar fue recogido en la zona cercana a la pista junto al hangar de helicópteros (H1). Como se refleja también al comentar otras especies, es llamativo el descenso muy significativo que se produce en el número de ejemplares capturados en 2012 en comparación con 2010 (sólo se encontró 1 ejemplar durante 2012), a pesar de haberse realizado un mayor número de muestreos este último año (Tabla V.34 y Fig. V.73).

Fecha	H1	D2	PA3	C4	R5	CA3	Nte	TM	Tm	H	Vvm
07/07/10	0	1♀	-	-	-	-	1	38°C	19°C	11%	9,3
08/08/10	1♀	1♀	0	-	-	-	2	37°C	27°C	11%	25,2
18/08/10	-	-	-	-	4♀	-	4	36°C	21°C	14%	21,1
20/08/10	-	-	-	-	1♂2♀	-	3	40°C	19°C	12%	16,5
21/08/10	-	-	0	-	1♀	-	1	41°C	18°C	12%	15,2
25/08/10	-	1♀	-	-	-	-	1	29°C	16°C	14%	22,8
01/09/10	-	-	0	0	1♀	-	1	35°C	16°C	13%	11,3
03/09/10	0	1♀	-	-	-	-	1	36°C	18°C	13%	11,3
17/06/12	0	1♀	-	-	-	-	1	36°C	22°C	15%	9,6

Tabla V.34. Información referente a las capturas de *An. hyrcanus* en los diferentes puntos de muestreo. No se realizó muestreo (-). Número total de ejemplares (Nte), Temperatura máxima (TM), Temperatura mínima (Tm), Humedad relativa (H), Velocidad media del viento (Vvm).

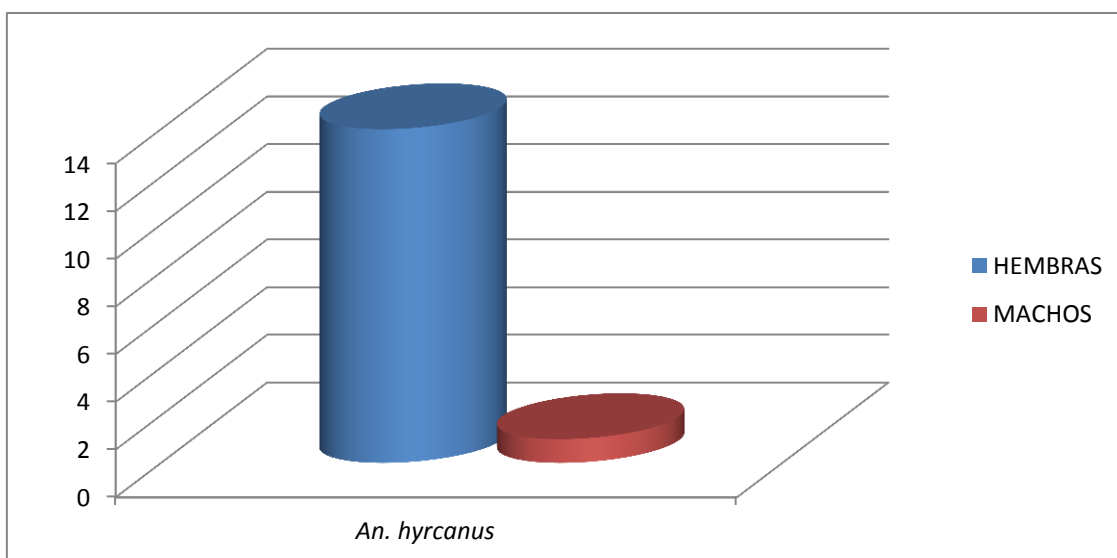


Figura V.72. Gráfica sex-ratio de *An. hyrcanus* en la FSB en 2010 y 2012.

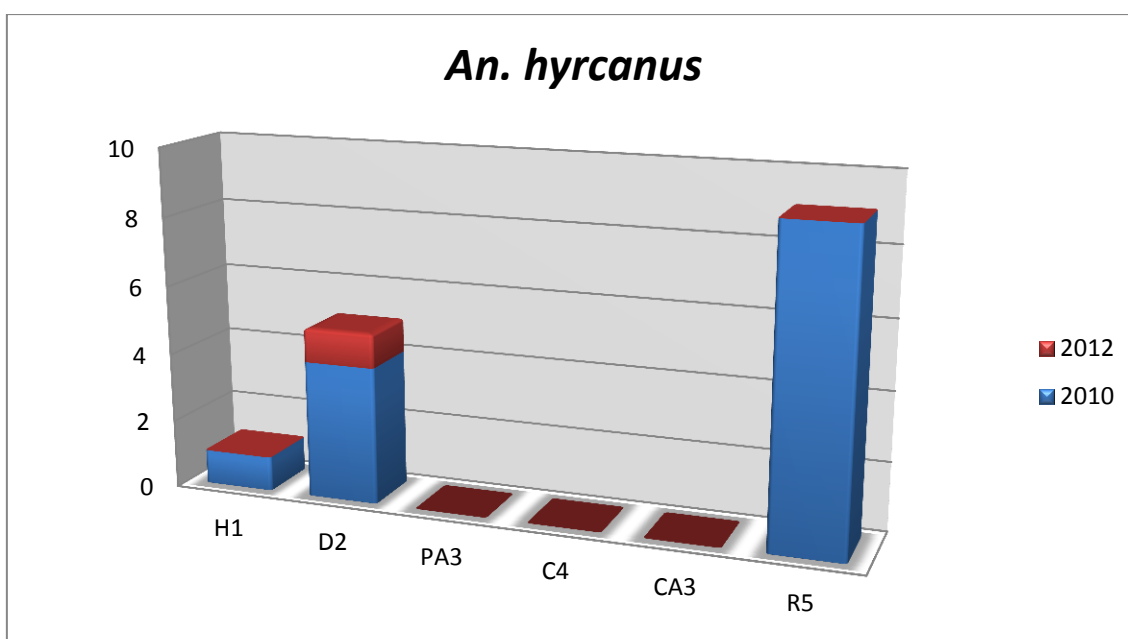


Figura V.73. Abundancia de *An. hyrcanus* por punto de muestreo en la FSB en los años 2010 y 2012.

**Importancia médico-veterinaria:** es considerado un vector de malaria causada por *Plasmodium vivax*. Tuvo importancia en la década de los 70 y anteriores en el mantenimiento de dicha enfermedad en zonas de regadío y, especialmente, en áreas de arrozales del noreste de Afganistán (ANUFRIEVA y col., 1977; FAULDE y col., 2007; 2008). Ha sido asimismo detectada su

infección natural por *P. vivax* en muestreos realizados en este país (FAULDE y col., 2008; COLEMAN y col., 2009a) y por *P. falciparum* en Irán (DJADID y col., 2009). Es considerado también un vector de *Dirofilaria immitis* (SCHAFFNER y col., 2001).

***Anopheles dthali* Patton, 1905**

**Caracteres taxonómicos básicos:**

- Palpos maxilares en las hembras aproximadamente tan largos como la probóscide; en los machos terminan en forma de maza. Los palpos en las hembras presentan tres bandas pálidas estrechas, a veces poco definida la del ápice; en los machos, los palpos son oscuros a excepción de un área difusa pálida en el ápice (Fig. V.74).



Figura V.74. Cabeza de *An. dthali* macho con los palpos maxilares en forma de maza.

- Borde posterior del escutelo uniformemente redondeado y con setas distribuidas de manera regular.
- En las alas, la costa tiene tres áreas pálidas bien definidas variables en longitud, pudiendo ser más cortas, más largas o de similar extensión que las zonas oscuras que hay entre una y otra; la base de la costa normalmente es oscura, aunque en ocasiones muestra una mancha pálida (Fig. V.75).



Figura V.75. Ala de *An. dthali* con su patrón de bandas pálidas a nivel de la costa.

- La genitalia en los machos presenta el pelo apical del lóbulo parabasol igual o ligeramente más largo que las setas parabasales, pero los pelos accesorios exteriores son mucho más cortos. Aedeago con 6-7 pares de setas, algunas serradas.

**Distribución general y citas en Afganistán:** especie ampliamente difundida desde la costa atlántica del norte de África hasta Pakistán; en las regiones subsaharianas de África es abundante en zonas colindantes con el Mar Rojo y el golfo de Adén; también se extiende por el suroeste de Arabia Saudí (GILLIES y DE MEILLON, 1968). Existen citas de esta especie en Afganistán, aunque no aparecen referencias de capturas en la provincia de Herat (GLICK, 1992; RUEDA y col., 2008).

**Biología y fenología:** las larvas pueden hallarse en regiones áridas o semi-áridas, encontrándose en charcas de aguas estancadas, corrientes descubiertas y sin sombra, en orillas de ríos y manantiales con o sin vegetación y en campos de arroz; su principal característica es la capacidad para adaptarse a un amplio rango de hábitats con diferentes características físico-químicas, tolerando incluso altos niveles de salinidad (GILLIES y DE MEILLON, 1968; MANOUCHERI y ROHANI, 1975; HANAFI-BOJD y col., 2011; SOLEIMANI y col., 2013). Los adultos penetran con frecuencia en las viviendas y en los establos, siendo bastante sensibles a la luz; en el exterior buscan abrigos naturales como agujeros en la orilla de los ríos y madrigueras de roedores entre otros. En zonas de Irán, de condiciones climatológicas similares a las de Herat, presenta actividad de marzo a noviembre, con dos picos en



mayo y septiembre, mientras que en otras zonas de carácter montañoso la actividad empieza en mayo con un pico a mediados de agosto. En ambos casos desaparece durante el invierno (MANOUCHERI y ROHANI, 1975). Las hembras se alimentan sobre animales y sobre humanos, siendo bastante variable el grado de antropofilia pues varía entre 1-25% según las localidades muestreadas, siendo especialmente activas entre las 18.00-24.00h (MANOUCHERI y col., 1976).

**Ejemplares capturados en la FSB:** *An. dthali* fue encontrada los 3 años en los que se realizaron muestreos, hallándose únicamente en los puntos R5 y D2, en ambos en proporciones muy similares: 7 ejemplares (58,33%) en R5 y 5 (41,67%) en D2. Como sucede en el resto de especies, se observa también un descenso en el número de ejemplares capturados durante el año 2012 en relación a 2010. En conjunto predominaron las hembras sobre los machos (Tabla V.35 y Figuras V.76 y V.77).

Fecha	H1	D2	PA3	C4	R5	CA3	Nte	TM	Tm	H	Vvm
03/10/08	-	1♂1♀	-	-	-	-	2	30°C	13,5°C	23%	7,4
07/08/10	0	2♀	-	-	-	-	2	36°C	25°C	12%	21,7
17/08/10	-	-	-	-	1♀	-	1	35°C	22°C	14%	22
18/08/10	-	-	-	-	2♀	-	2	36°C	21°C	14%	21,1
20/08/10	-	-	-	-	2♀	-	2	40°C	19°C	12%	16,5
03/09/10	0	1♀	-	-	-	-	1	36°C	18°C	13%	11,3
28/05/12	-	-	-	-	1♂	-	1	36°C	22°C	22%	10,4
26/07/12	-	-	-	0	1♂	-	1	35°C	24°C	16%	24,8

Tabla V.35. Información referente a las capturas de *An. dthali* en los diferentes puntos de muestreo. No se realizó muestreo (-). Número total de ejemplares (Nte), Temperatura máxima (TM), Temperatura mínima (Tm), Humedad relativa (H), Velocidad media del viento (Vvm).

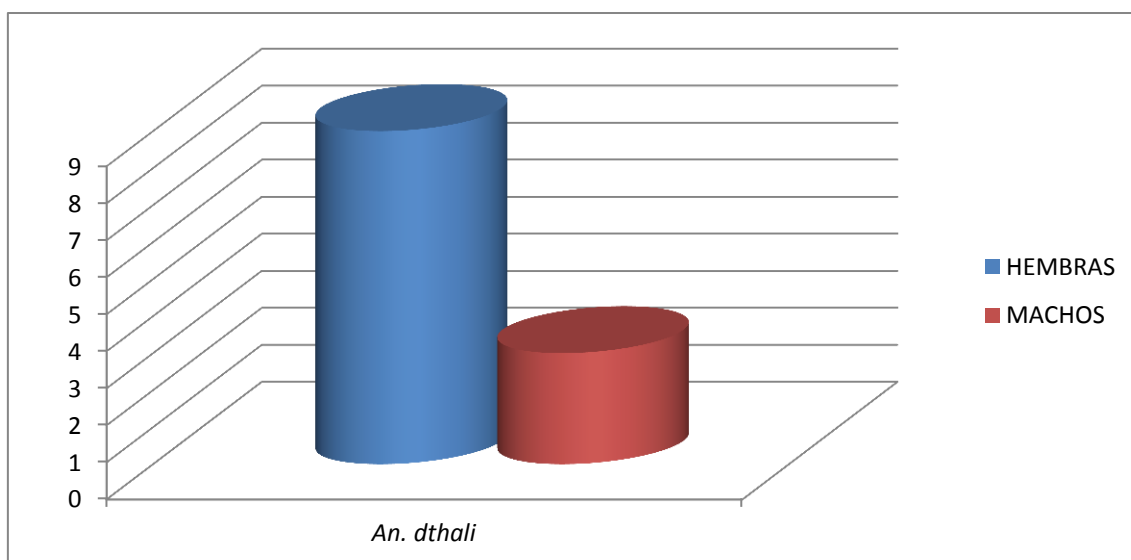


Figura V.76. Gráfica sex-ratio de *An. dthali* en la FSB en los años 2008, 2010 y 2012.

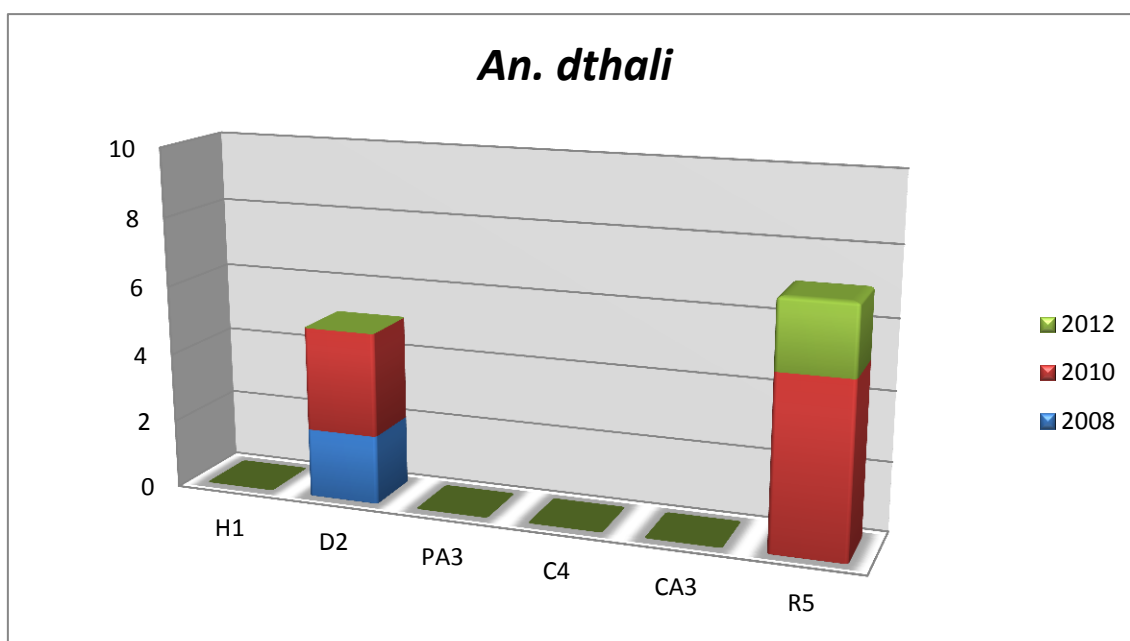


Figura V.77. Abundancia de *An. dthali* por punto de muestreo en la FSB en los años 2008, 2010 y 2012.

**Importancia médico-veterinaria:** esta especie no es considerada como vector de malaria cuando se abordan las especies transmisoras en Afganistán, sin embargo sí que es contemplada como vector secundario de dicha enfermedad en Irán, país localizado a menos de 200 Km de la FSB de Herat, donde se ha demostrado la presencia de esporozoitos de *Plasmodium* sp. en

sus glándulas salivales, con índices esporozoítos comprendidos entre 0,67% y 2,08% (MANOUCHERI y col., 1972; HANAFI-BOJD y col., 2011).

***Anopheles peditaeniatus*** (Leicester, 1908)

**Caracteres taxonómicos básicos:**

- Palpos maxilares en las hembras aproximadamente tan largos como la probóscide; en los machos terminan en forma de maza.
- Borde posterior del escutelo uniformemente redondeado y con setas distribuidas de manera regular.
- El patrón de venas alares es muy parecido al de *An. hyrcanus*.
- Tarsómero trasero 4 (Ta-III<sub>4</sub>) normalmente pálido en la base y en el ápice y tarsómero trasero 5 (Ta-III<sub>5</sub>) totalmente oscuro o pálido solo en la base (Fig. V. 78).

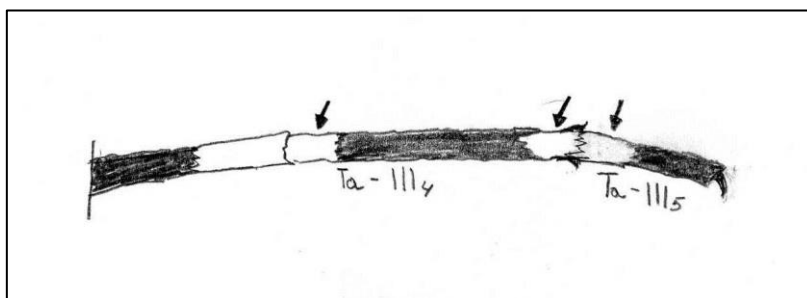


Figura V.78. Dibujo del tarsómero de *An. peditaeniatus*. Las flechas indican el patrón descrito de zonas pálidas.

**Distribución general y citas en Afganistán:** especie distribuida por diferentes regiones del sureste asiático como India, Malasia, Java, Sumatra, Borneo y Filipinas entre otras (REID, 1953), aunque también aparece citada en Irán (AZARI-HAMIDIAN y col., 2006), probablemente en Pakistán (AMERASINGHE y col., 2002) y en Afganistán (WARD, 1972; GLICK, 1992).

**Biología y fenología:** las larvas suelen preferir aguas poco profundas y templadas, no especialmente sombreadas y con vegetación emergente, siendo un buen hábitat los arrozales. Los adultos descansan entre la vegetación y en los árboles, pero también en el interior de los establos, aunque muy pocos lo hacen en viviendas humanas; es una especie que puede picar al hombre pero claramente sus hábitos son fundamentalmente zoofílicos y prefiere alimentarse

sobre el ganado (HARRISON y SCANLON, 1975; AZARI-HAMIDIAN y col., 2006).

**Ejemplares capturados en la FSB:** *An. peditaeniatus* fue hallado únicamente en el muestreo piloto desarrollado en 2008 en el mes de octubre. Este año solo se muestreó en los puntos D2 y R5, recogiendo 2 hembras en la trampa CDC situada en el punto R5 (junto a la entrada del hospital o ROLE). A pesar de que la no reaparición de esta especie en los años 2010 y 2012 pudiera tener que ver con la diferente época de muestreo, podría ser también un error en la identificación y en realidad tratarse de *An. hyrcanus*, ya que al ser hembras no se pudo realizar una confirmación basada en la genitalia, como sí se ha realizado en esta última especie. No hay que olvidar que *An. peditaeniatus* pertenece al Grupo Hyrcanus y morfológicamente es muy similar. En la Tabla V.36 y en la Figura V.79 aparecen reflejados los datos relativos a las capturas de esta especie.

Fecha	H1	D2	PA3	C4	R5	CA3	Nte	TM	Tm	H	Vvm
14/10/08	-	-	-	-	2♀	-	2	28°C	11,2°C	14%	7,4

Tabla V.36. Información referente a las capturas de *An. peditaeniatus* en los diferentes puntos de muestreo. No se realizó muestreo (-). Número total de ejemplares (Nte), Temperatura máxima (TM), Temperatura mínima (Tm), Humedad relativa (H), Velocidad media del viento (Vvm).

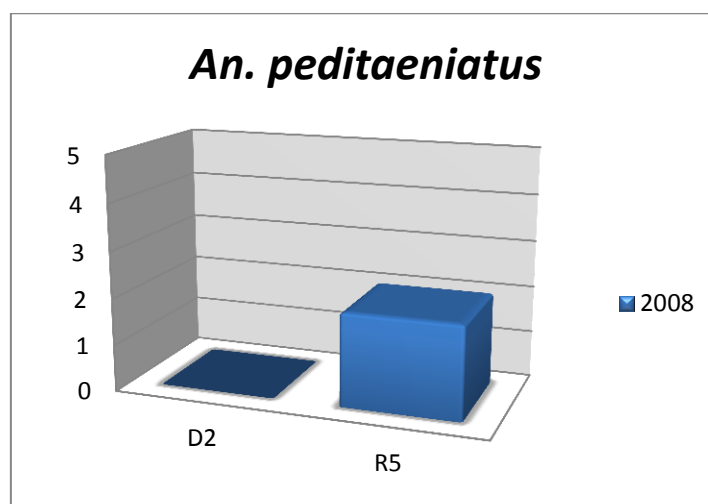


Figura V.79. Abundancia de *An. peditaeniatus* por punto de muestreo en la FSB en 2008.

**Importancia médico-veterinaria:** no parece estar relacionado con la transmisión de patógenos humanos aunque transmite experimentalmente la

filaria *Brugia malayi* y puede jugar un papel en la transmisión de filarias del género *Setaria* en el ganado (HARRISON y SCANLON, 1975). También ha sido encontrado infectado de forma natural por el virus de la Encefalitis Japonesa (MOURYA y col., 1989). A pesar de poder transmitir experimentalmente la malaria en primates (COLLINS, 1999), no es considerado un vector de dicha enfermedad en humanos (OO y col., 2004).

***Anopheles barianensis* James, 1911**

**Caracteres taxonómicos básicos:**

- Palpos maxilares en las hembras aproximadamente tan largos como la probóscide; en los machos terminan en forma de maza.
- Borde posterior del escutelo uniformemente redondeado y con setas distribuidas de manera regular.
- Las venas de las alas son oscuras, no presentando manchas blancas.
- El tórax muestra una tonalidad gris plateado con una visible línea central de escamas blanquecinas.

**Distribución general y citas en Afganistán:** especie distribuida por diversas regiones de Asia, con citas en India, y Tajikistán (JAMES y LISTON, 1911; KESHISHYAN, 1939) así como en Afganistán (DANILOV, 1985).

**Biología y fenología:** las larvas se encuentran habitualmente en el agua almacenada en agujeros de árboles. Los adultos suelen descansar durante el día en este tipo de abrigos, penetrando las hembras en las viviendas para alimentarse sobre humanos, especialmente durante el amanecer y atardecer (CHRISTOPHERS, 1915).

**Ejemplares capturados en la FSB:** *An. barianensis* fue hallado únicamente en el muestreo piloto desarrollado en 2008 en el mes de octubre, en el que únicamente se muestrearon los puntos D2 y R5. Se capturó una hembra de esta especie en el primero de ellos (Tabla V.37 y Figura V.80).

Fecha	H1	D2	PA3	C4	R5	CA3	Nte	TM	Tm	H	Vvm
07/10/08	-	1♀	-	-	-	-	1	30°C	7,5°C	17%	7,2

Tabla V.37. Información referente a las capturas de *An. barianensis* en los diferentes puntos de muestreo. No se realizó muestreo (-). Número total de ejemplares (Nte), Temperatura máxima (TM), Temperatura mínima (Tm), Humedad relativa (H), Velocidad media del viento (Vvm).

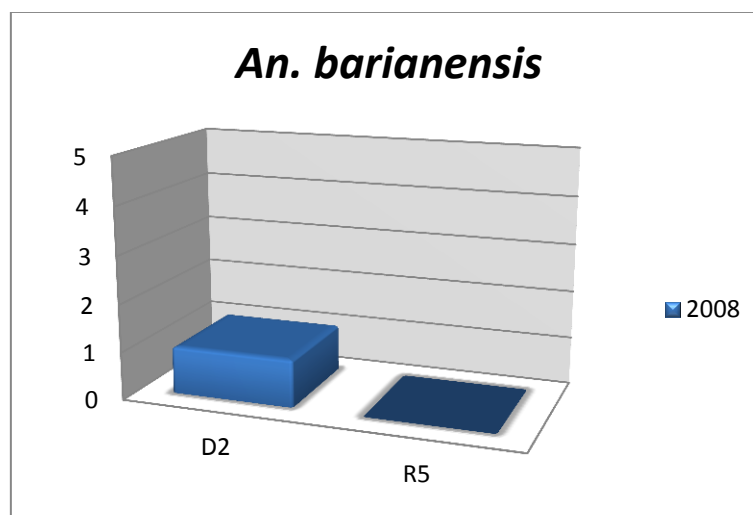


Figura V.80. Abundancia de *An. barianensis* por punto de muestreo en la FSB en 2008.

**Importancia médico-veterinaria:** se desconoce el papel que esta especie pueda desempeñar como vector de enfermedades.

## V.2.2. Base de Apoyo Provincial (PSB) de Qala i Naw.

### V.2.2.1. Especies de la familia Culicidae capturadas.

En los años 2010 y 2012 se realizaron muestreos en la Base PSB de Qala i Naw, capturándose 49 ejemplares de la familia Culicidae, incluidas en 5 especies identificadas hasta ese nivel. En 4 de los especímenes, del género *Anopheles*, no se pudo determinar la especie debido al mal estado en que llegaron los ejemplares, por lo que se indicarán como *Anopheles* sp.

Las especies capturadas e identificadas fueron:

Clase: **Insecta**

Orden: **Diptera**

Familia: **Culicidae**

Subfamilia: **Culicinae**

Género: ***Culex***

Especie: *Culex pipiens* Linnaeus, 1758

Especie: *Culex hortensis*, Ficalbi, 1889

Género: ***Culiseta***

Especie: *Culiseta longiareolata* (Macquart, 1838)

Género: ***Ochlerotatus***

Especie: *Ochlerotatus caspius* (Pallas, 1771)

Subfamilia: **Anophelinae**

Género: ***Anopheles***

Especie: *Anopheles dthali* Patton, 1905

Tal y como se muestra en la Figura V.81 *Cs. longiareolata* fue la especie más abundante en la PSB en las dos temporadas en las que se muestreó, con el 55,1% del total; *Cx. pipiens* fue la segunda especie en abundancia, representando el 22,45% del total de culícidos capturados; se recogieron asimismo 3 ejemplares de *Oc. caspius* (6,12%), 2 de *Cx. hortensis* (4,08%) y 2 de *An. dthali* (4,08%).

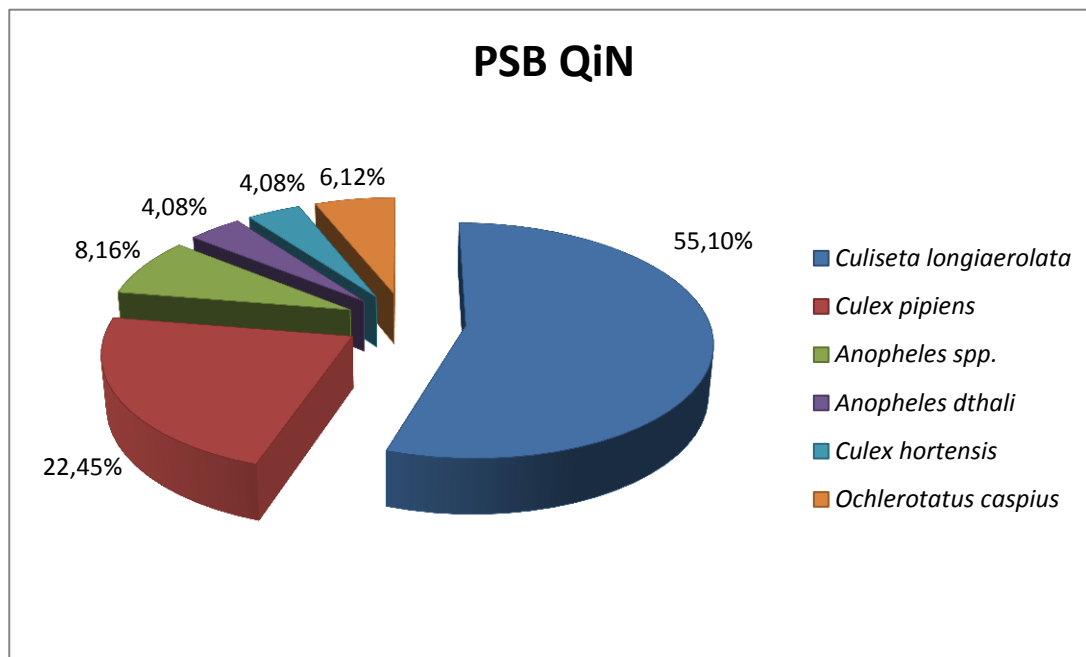


Figura V.81. Porcentaje de las distintas especies de Culicidae capturadas en la PSB de Qala i Naw en 2010 y 2012.

### V.2.2.2. Plan de muestreo y análisis de las especies capturadas.

En la PSB de QiN se llevaron a cabo muestreos en los años 2010 y 2012, practicándose los mismos en 10 puntos diferentes de la base y realizándose un total de 40 muestreos, en los cuales se capturaron 49 culícidos (Tabla V.38).

Fecha	QiN1	QiN2	QiN3	QiN4	QiN5	QiN6	QiN7	QiN8	QiN9	QiN10	Total
28/06/10	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
29/06/10	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
30/06/10	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
07/08/10	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2
08/08/10	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2
11/08/10	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0
14/08/10	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
15/08/10	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
16/08/10	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0
20/08/10	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
21/08/10	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0
24/08/10	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0
25/08/10	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0
12/09/10	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
13/09/10	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0
10/10/10	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	4
11/10/10	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	2
28/08/12	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	3
29/08/12	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	2
30/08/12	-	-	-	-	-	6	-	2	-	-	8
31/08/12	-	-	-	-	-	5	-	7	-	-	12
04/09/12	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
05/09/12	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	3
12/09/12	-	2	0	-	-	-	-	-	-	-	2
13/09/12	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	0
14/09/12	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	0
16/09/12	-	1	-	-	-	0	-	-	-	-	1
17/09/12	-	0	-	-	-	0	-	-	-	-	0
20/09/12	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	0
21/09/12	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	0
01/10/12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
02/10/12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
Total	3	16	4	1	1	11	0	9	4	0	49

Tabla V.38. Plan de muestreo desarrollado en la FSB durante el año 2012; las cuadrículas verdes indican los días en que se muestreó en el punto correspondiente, haciendo referencia el número a los culícidos capturados.

El análisis de la cantidad de culícidos recogidos por punto de muestreo se puede observar en la Figura V.82, siendo el punto en el que más especímenes se recogieron el denominado QiN2, situado junto a la puerta oeste del ROLE u hospital de la base, considerado de interés por ser paso frecuente de personal, por lo que se llegó a muestrear en 12 ocasiones, capturándose un total de 16 mosquitos (35%) entre los años 2010 y 2012. En segundo lugar en cuanto a cantidad de ejemplares capturados se encuentra el punto QiN6, localizado cercano a la entrada principal de la PSB, y junto a una



serie de arquetas de drenaje, tal y como se describió en Material y Métodos; proporcionalmente resultó mucho más productivo ya que empezó a muestrearse en 2012 y únicamente se empleó en 4 ocasiones dando un total de 11 culícidos (23%). En el punto QiN8, cercano a la depuradora de aguas residuales, en el que se muestreó solo en 2012, se recogieron 9 especímenes (18%). En el resto de puntos las capturas fueron bastante inferiores.

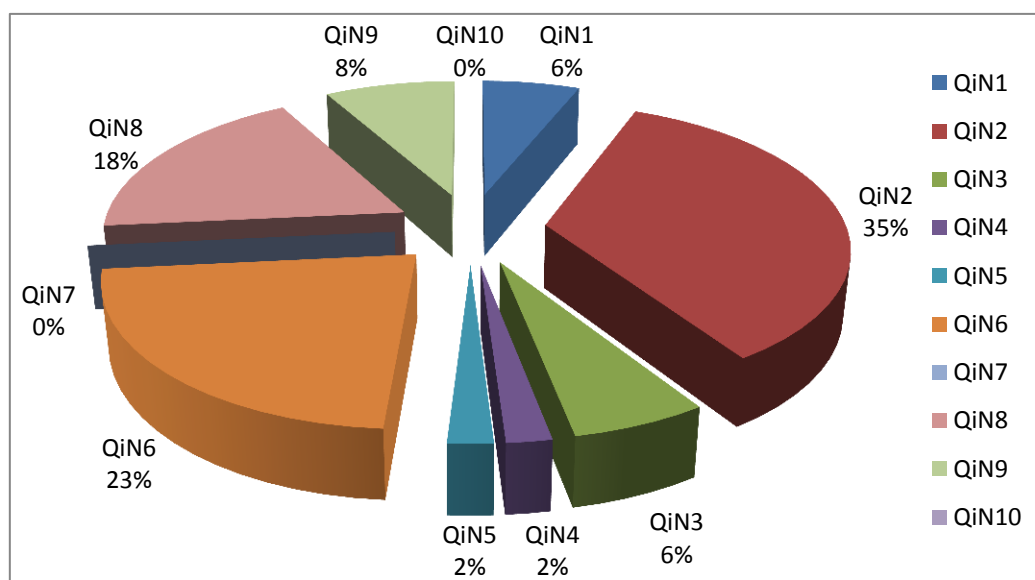


Figura V.82. Porcentaje de ejemplares de Culicidae capturados en cada uno de los puntos de muestreo de la PSB de Qala i Naw en 2010 y 2012.

En la siguiente gráfica (Fig. V.83) se refleja la abundancia relativa de las distintas especies en los diferentes puntos de muestreo, siendo *Cs. longiareolata* la especie más abundante en la mayor parte de los puntos estudiados, o en todo caso junto a *Cx. pipiens* que fue la segunda más común.

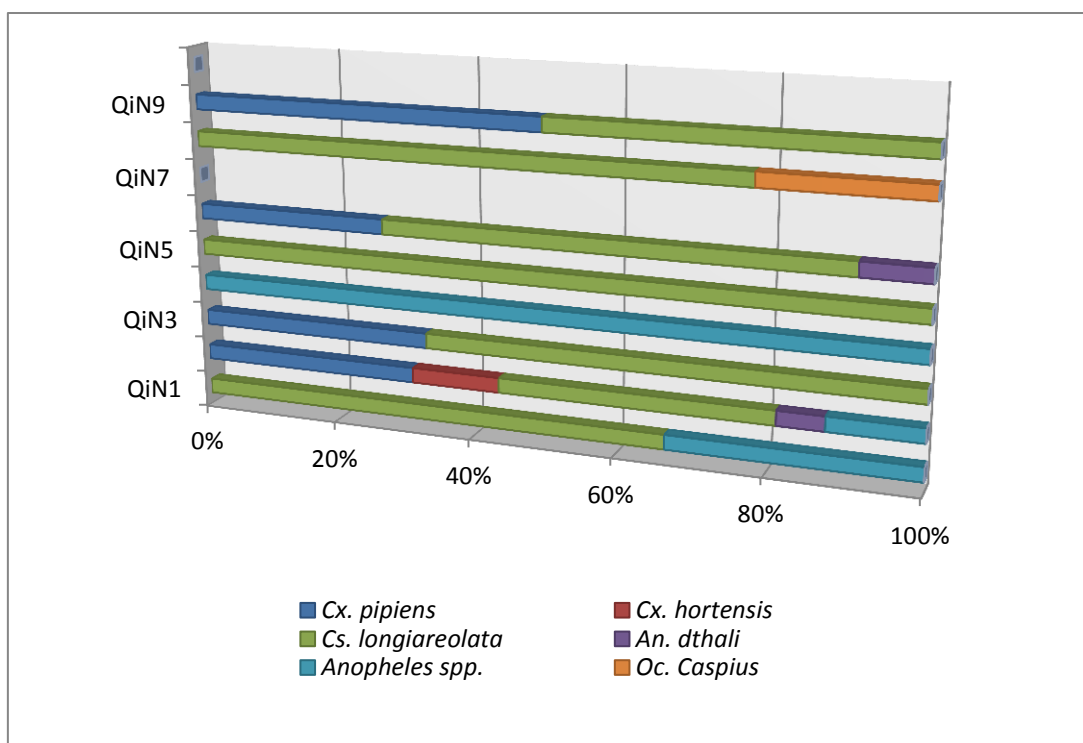


Figura V.83. Abundancia relativa de las diferentes especies de culícidos por punto de muestreo en la PSB.

En lo referente al sex-ratio en las distintas especies, tal y como se aprecia en la Figura V.84, existe en el conjunto de los culícidos un predominio del número de hembras sobre los machos, aunque este patrón no es uniforme en todas las especies.

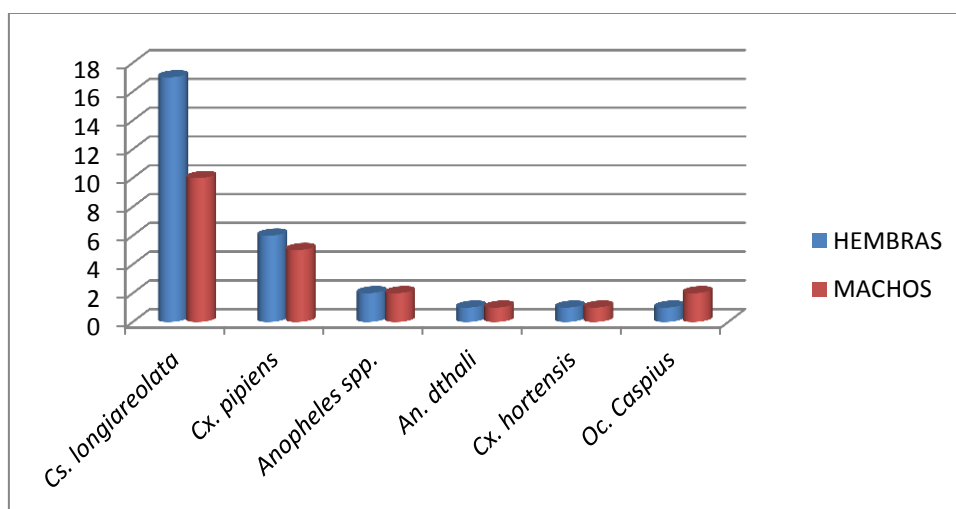


Figura V.84. Sex-ratio de las diferentes especies de culícidos en la PSB.

#### V.2.2.2.1. Subfamilia Culicinae.

Se comentan a continuación los datos pormenorizados de las diferentes especies capturadas pertenecientes a la subfamilia Culicinae.

##### ***Culex pipiens*** Linnaeus, 1758

Todo lo relativo a taxonomía, biología e importancia médico-veterinaria ha sido ya tratado con anterioridad, por lo que se comentarán únicamente las capturas de esta especie en la PSB.

**Ejemplares capturados en la PSB:** se recogieron 11 ejemplares de esta especie en las dos temporadas en las que se muestreó, siendo hallada en 4 puntos diferentes de la Base, lo que no es de extrañar dada la ubicuidad de este culícido. Fue capturada en puntos en los que es frecuente la presencia o cercanía de personal (QiN2, QiN6 y QiN9) así como en otros más alejados (QiN3); además, como ya sucediera en la FSB de Herat, se pudo comprobar su presencia en interiores de dependencias (QiN9), lo que estaría relacionado con su tendencia endofílica (Tabla V.39 y Fig. V.85).

La presencia de *Cx. pipiens* en la PSB de Qala i Naw puede considerarse como la primera cita de esta especie en la provincia de Badghis, ya que hasta la fecha no existen datos entomológicos recogidos en dicha provincia.

Fecha	QiN1	QiN2	QiN3	QiN4	QiN5	QiN6	QiN7	QiN8	QiN9	QiN10	TM	Tm	Nte
14/08/10	-	-	1♂	-	-	-	-	-	-	-	32°C	17°C	1
10/10/10	-	1♀2♂	-	-	-	-	-	-	-	-	23°C	7°C	3
30/08/12	-	-	-	-	-	1♂	-	0	-	-	30°C	16°C	1
31/08/12	-	-	-	-	-	2♀	-	0	-	-	30°C	17°C	2
05/09/12	-	-	-	-	-	-	-	-	2♀	-	29°C	11°C	2
12/09/12	-	1♀	0	-	-	-	-	-	-	-	26°C	11°C	1
16/09/12	-	1♂	-	-	-	0	-	-	-	-	25°C	10°C	1

Tabla V.39. Información referente a las capturas de *Cx. pipiens* en los diferentes puntos de muestreo de la PSB. No se realizó muestreo (-). Número total de ejemplares (Nte), Temperatura máxima (TM), Temperatura mínima (Tm).

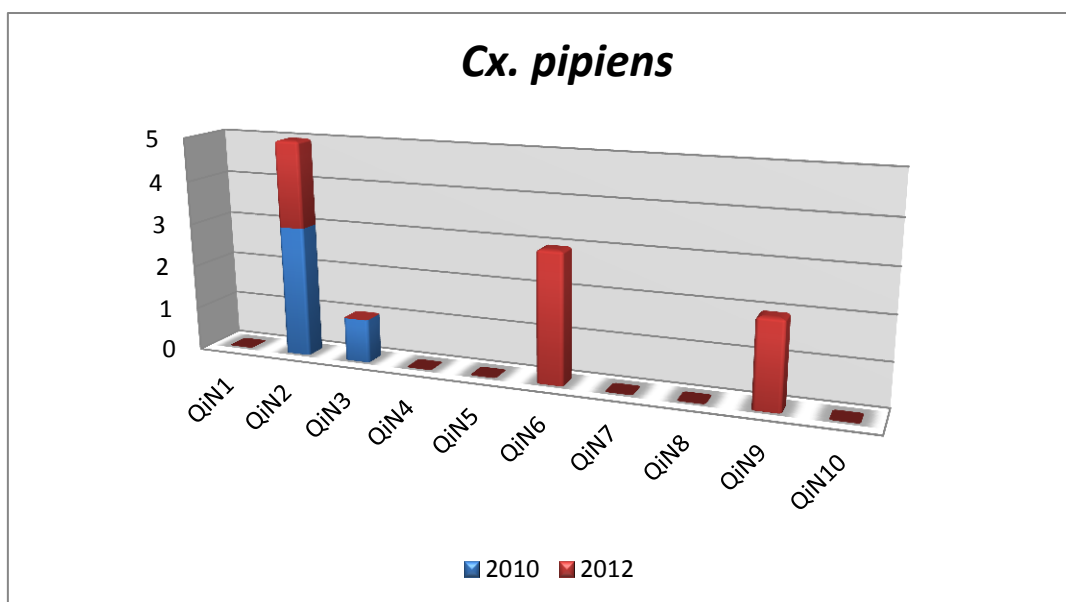


Figura V.85. Abundancia de *Cx. pipiens* por punto de muestreo en la PSB en los años 2010 y 2012.

### ***Culex hortensis* Ficalbi, 1889**

Especie poco común que ya se abordó en lo relativo a su biología, fenología e importancia médico-veterinaria al tratarla en la BATO, donde también fue capturada.

**Ejemplares capturados en la PSB:** en la Tabla V.40 y Figura V.86 se observa que únicamente se recogieron 2 especímenes, ambos en octubre de 2010 y en el mismo punto (QIN2). Poco se conoce de esta especie pero no parece alimentarse sobre humanos (SCHAFFNER y col., 2001; BECKER y col., 2010).

Aparece citada en Afganistán por DANILOV (1985), aunque no se indica el lugar de captura.

Fecha	QIN1	QIN2	QIN3	QIN4	QIN5	QIN6	QIN7	QIN8	QIN9	QIN10	TM	Tm	Nte
10/10/10	-	1♂	-	-	-	-	-	-	-	-	23°C	7°C	1
11/10/10	-	1♀	-	-	-	-	-	-	-	-	24°C	12°C	1

Tabla V.40. Información referente a las capturas de *Cx. hortensis* en los diferentes puntos de muestreo de la PSB. No se realizó muestreo (-). Número total de ejemplares (Nte), Temperatura máxima (TM), Temperatura mínima (Tm).

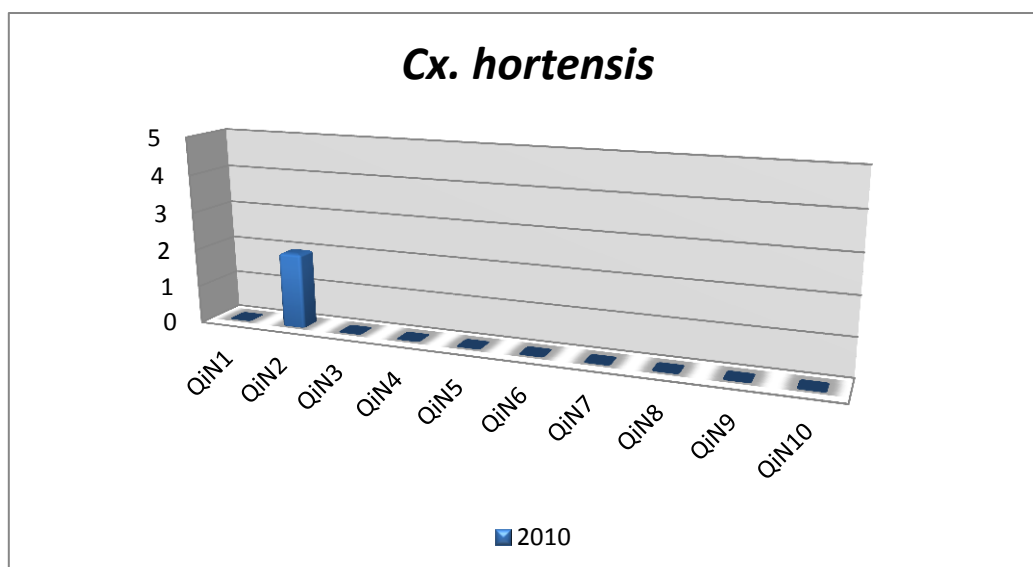


Figura V.86. Abundancia de *Cx. hortensis* por punto de muestreo en la PSB en 2010.

### ***Culiseta longiareolata* (Macquart, 1838)**

Al haber sido ya abordados los aspectos relativos a taxonomía, biología e importancia médico-veterinaria, se tratará a continuación únicamente de las capturas de esta especie en la PSB.

**Ejemplares capturados en la PSB:** como se ha apuntado con anterioridad fue la especie más abundante de las capturadas en la Base, con 27 ejemplares que aparecieron en la mayoría de los puntos muestreados (Tabla V.41). Fue más numerosa en aquellos en los que es frecuente la presencia humana (QIN2 y QIN9), lo que estaría en relación con su tendencia antropofílica además de zoofílica, estando el segundo de ellos en el interior de una dependencia, lo que además apoyaría la capacidad endofágica de la especie (SCHAFFNER y col., 2001). Su aparición abundante en la zona de la depuradora de aguas residuales (QIN8) puede ser indicativo de su capacidad para criar en todo tipo de agua, incluso las altamente contaminadas (BUENO MARÍ, 2010a) (Fig. V.87).

Aunque *Cs. longiareolata* tiene documentada su presencia en Afganistán, como ya se indicó al tratarla en la Base de Herat, podemos considerar las capturas en la PSB de Qala i Naw como la primera cita en la provincia de Badghis.

Fecha	QiN1	QiN2	QiN3	QiN4	QiN5	QiN6	QiN7	QiN8	QiN9	QiN10	TM	Tm	Nte
28/06/10	1♂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33°C	16°C	1
30/06/10	1♂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32°C	16°C	1
08/08/10	-	1♂	-	-	-	-	-	-	-	-	35°C	25°C	1
20/08/10	-	1♂	-	-	-	-	-	-	-	-	32°C	18°C	1
12/09/10	-	-	-	-	1♀	-	-	-	-	-	25°C	14°C	1
11/10/10	-	1♀	-	-	-	-	-	-	-	-	24°C	12°C	1
28/08/12	-	1♂	1♀	-	-	-	-	-	-	-	31°C	16°C	2
29/08/12	-	1♂	1♀	-	-	-	-	-	-	-	33°C	18°C	2
30/08/12	-	-	-	-	-	1♂3♀	-	2♀	-	-	30°C	16°C	6
31/08/12	-	-	-	-	-	3♀	-	5♀	-	-	30°C	17°C	8
04/09/12	-	-	-	-	-	-	-	-	1♀	-	29°C	12°C	1
05/09/12	-	-	-	-	-	-	-	-	1♀	-	29°C	11°C	1
12/09/12	-	1♀	0	-	-	-	-	-	-	-	26°C	11°C	1

Tabla V.41. Información referente a las capturas de *Cs. longiareolata* en los diferentes puntos de muestreo de la PSB. No se realizó muestreo (-). Número total de ejemplares (Nte), Temperatura máxima (TM), Temperatura mínima (Tm).

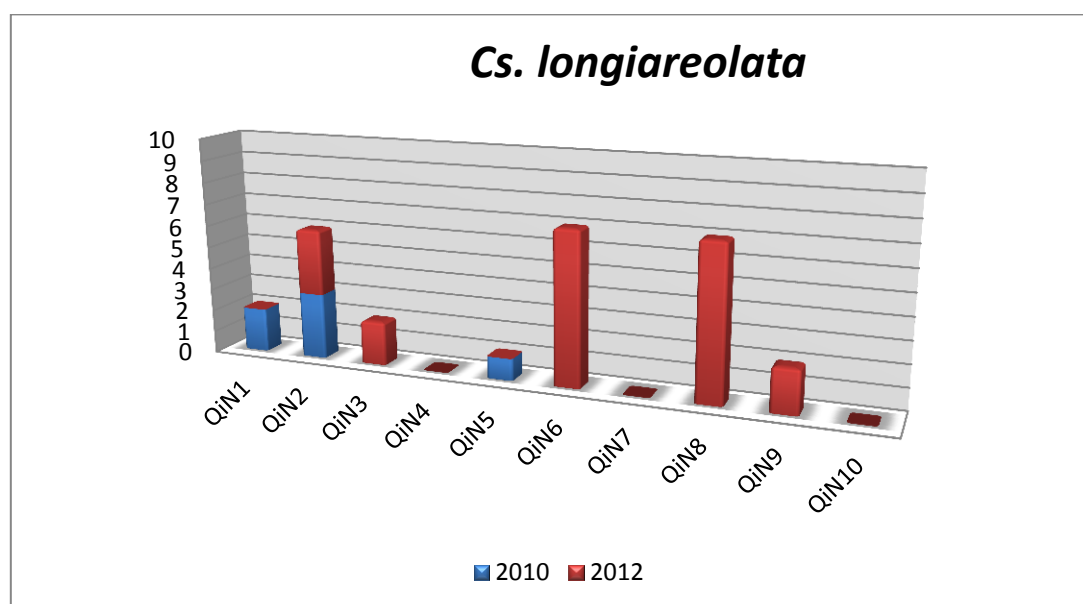


Figura V.87. Abundancia de *Cs. longiareolata* por punto de muestreo en la PSB en los años 2010 y 2012.

### *Ochlerotatus caspius* (Pallas, 1771)

Sus datos relativos a taxonomía, biología e importancia médico-veterinaria han sido ya tratados al referirnos a esta especie en la BATO donde también fue hallada.

**Ejemplares capturados en la PSB:** se capturaron 3 ejemplares entre los años 2010 y 2012, en 2 puntos diferentes (QiN2 y QiN8) (Tabla V.42 y Figura V.88).

Esta especie había sido ya descrita en Afganistán, si bien hasta la fecha no existían citas en la provincia de Badghis.

Fecha	QiN1	QiN2	QiN3	QiN4	QiN5	QiN6	QiN7	QiN8	QiN9	QiN10	TM	Tm	Nte
08/08/10	-	1♂	-	-	-	-	-	-	-	-	35°C	25°C	1
31/08/12	-	-	-	-	-	0	-	1♂1♀	-	-	30°C	17°C	2

Tabla V.42. Información referente a las capturas de *Oc. caspius* en los diferentes puntos de muestreo de la PSB. No se realizó muestreo (-). Número total de ejemplares (Nte), Temperatura máxima (TM), Temperatura mínima (Tm).

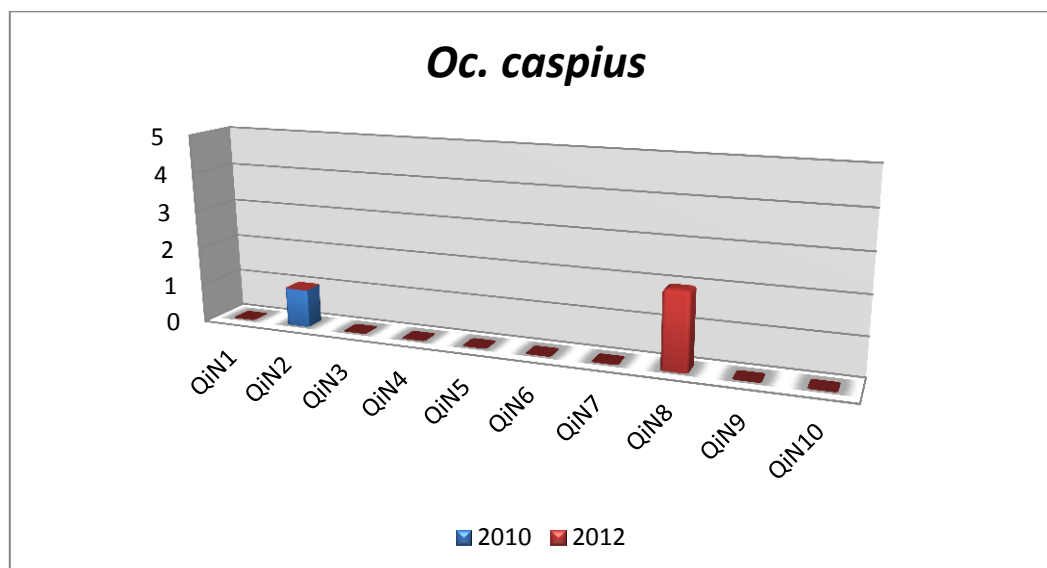


Figura V.88. Abundancia de *Oc. caspius* por punto de muestreo en la PSB en los años 2010 y 2012.

#### V.2.2.2.2. Subfamilia Anophelinae.

En los muestreos realizados en los años 2010 y 2012 se capturaron anofelinos pertenecientes a la especie *An. dthali*. En los especímenes recogidos durante 2010 no se pudo llegar a nivel de especie debido al mal estado en que llegaron los ejemplares a TN, sin embargo, en algunos que conservaban las alas o restos de ellas, podría tratarse de la misma especie que en 2012 (*An. dthali*), al presentar un patrón de bandas pálidas muy similar.

En su conjunto, los anofelinos representaron algo más del 12% de los culícidos, proporción bastante superior a la que se observó en la FSB de Herat, (Figura V.89).

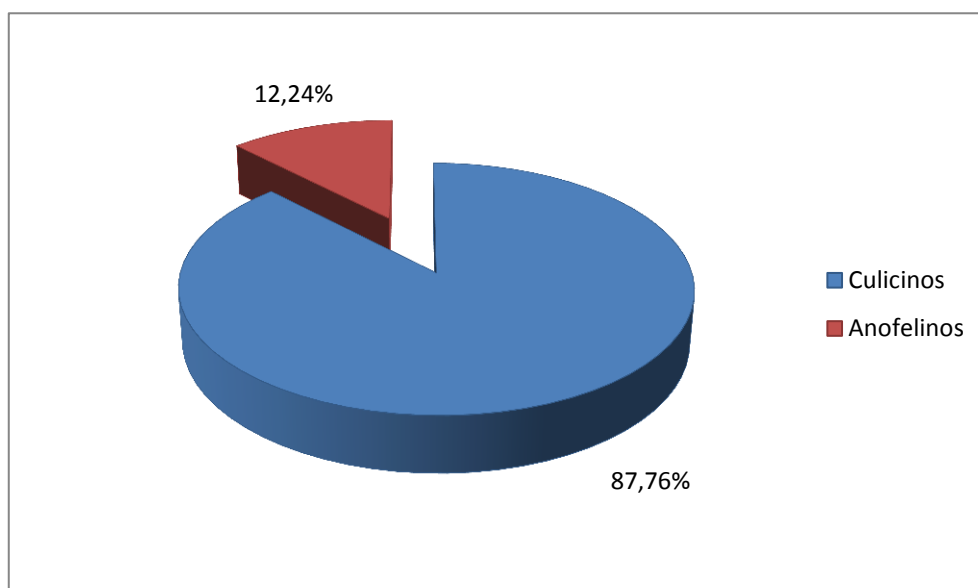


Figura V.89. Proporción de Anophelinae respecto al total de Culicidae en la PSB en los años 2010 y 2012.

Se comentan a continuación los datos de especímenes capturados encuadrados en la subfamilia Anophelinae.

### ***Anopheles* sp.**

**Ejemplares capturados en la PSB:** durante 2010 se capturaron 4 especímenes pertenecientes al género *Anopheles* que no pudieron ser identificados más allá de este nivel. En la Tabla V.43 y Figura V.90 se muestran los detalles de los puntos y fechas en que se recogieron dichos ejemplares.

Fecha	QiN1	QiN2	QiN3	QiN4	QiN5	QiN6	QiN7	QiN8	QiN9	QiN10	TM	Tm	Nte
30/06/10	1♀	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32°C	16°C	1
07/08/10	-	2♂	-	-	-	-	-	-	-	-	34°C	23°C	2
15/08/10	-	-	-	1♀	-	-	-	-	-	-	32°C	22°C	1

Tabla V.43. Información referente a las capturas de *Anopheles* sp. en los diferentes puntos de muestreo de la PSB. No se realizó muestreo (-). Número total de ejemplares (Nte), Temperatura máxima (TM), Temperatura mínima (Tm).



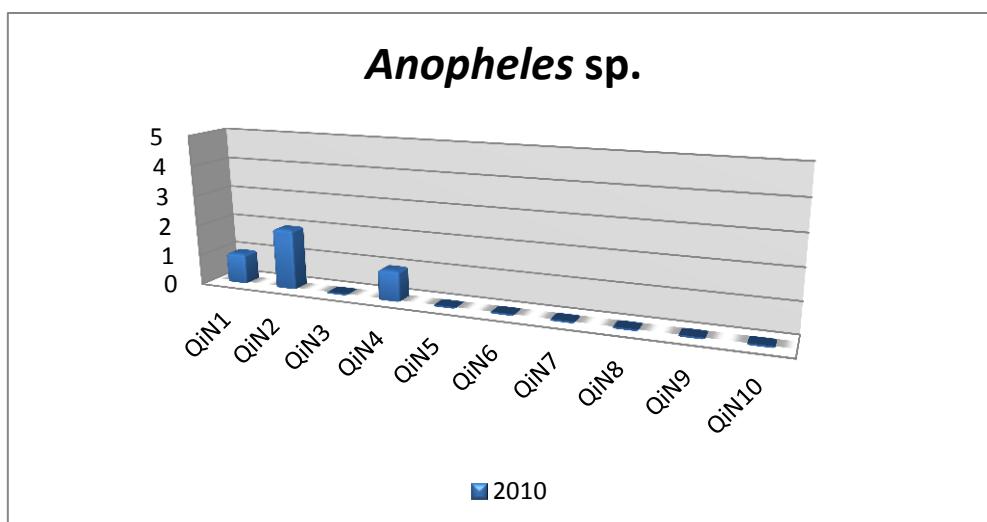


Figura V.90. Abundancia de *Anopheles sp.* por punto de muestreo en la PSB en 2010.

### ***Anopheles dthali* Patton, 1905**

Al haber sido ya abordados los aspectos relativos a taxonomía, biología e importancia médico-veterinaria, se tratará a continuación únicamente de las capturas de esta especie en la PSB.

**Ejemplares capturados en la PSB:** únicamente se recogieron 2 ejemplares macho de esta especie durante la temporada de 2012, uno en el punto situado junto a la entrada del hospital de la PSB (QiN2) y el otro en QiN6, localizado junto a una arqueta de desagüe (Tabla V.44 y Figura V.91).

Fecha	QiN1	QiN2	QiN3	QiN4	QiN5	QiN6	QiN7	QiN8	QiN9	QiN10	TM	Tm	Nte
28/08/12	-	1♂	0	-	-	-	-	-	-	-	31°C	16°C	1
30/08/12	-	-	-	-	-	1♂	-	0	-	-	30°C	16°C	1

Tabla V.44. Información referente a las capturas de *Anopheles dthali* en los diferentes puntos de muestreo de la PSB. No se realizó muestreo (-). Número total de ejemplares (Nte), Temperatura máxima (TM), Temperatura mínima (Tm).

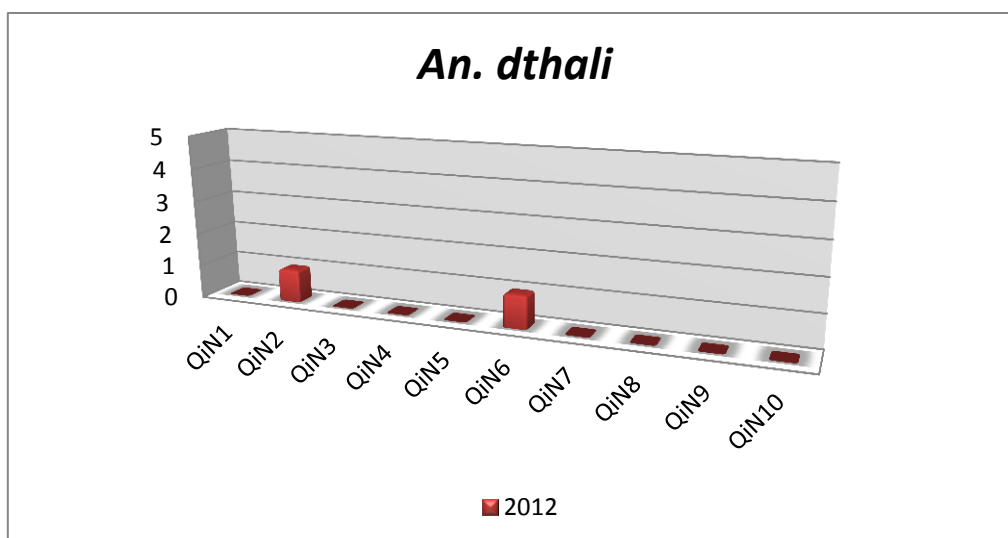


Figura V.91. Abundancia de *An. dthali* por punto de muestreo en la PSB en 2012.

### V.2.2.3. Índice de culícidos hembra adultos.

Hemos calculado dicho índice para los Culicidae y Anophelinae, en los años 2010 y 2012, al igual que se hizo con los resultados de la FSB.

Aplicando la fórmula:

$$\text{Índice de hembras (IH)} = \frac{\text{Hembras totales capturadas}}{\text{Número de muestreos}}$$

Los resultados son para cada uno de los años:

#### 2010

Culicidae:

$$\text{Índice de hembras (IH)} = \frac{6}{18} = 0,3$$

Anophelinae:

$$\text{Índice de hembras (IH)} = \frac{2}{18} = 0,1$$

2012

Culicidae:

$$\text{Índice de hembras (IH)} = \frac{24}{22} = 1,1$$

Anophelinae:

$$\text{Índice de hembras (IH)} = \frac{0}{22} = 0$$

A la vista de los resultados de ambos años puede decirse que la abundancia relativa de los anofelinos y del conjunto de Culicidae fue muy baja, lo que parece confirmar que las características biogeográficas de la zona en la que está asentada la PSB no son favorables para la cría y desarrollo de culícidos. No obstante, y aunque los Anophelinae aparecen en muy escasa cantidad, son proporcionalmente más abundantes en relación al total de Culicidae que en la FSB de Herat.

### V.2.3. Estudio de la infección natural por *Plasmodium* sp. en los especímenes pertenecientes al género *Anopheles*, mediante qPCR.

Se analizaron en total y de forma individual 25 hembras pertenecientes al género *Anopheles*, 24 capturadas en 2010 y 1 en 2012, procedentes de la FSB de Herat y de la PSB de Qala i Naw. Todas ellas dieron un resultado **negativo** a la detección de *Plasmodium* sp. En la siguiente tabla se detallan los resultados obtenidos.

Código identificación	Especie	Procedencia	Resultado PCR
QIN300610MA1	<i>Anopheles</i> sp.	PSB QiN	-
QIN150810MA6	<i>Anopheles</i> sp.	PSB QiN	-
HE070710D2	<i>An. hyrcanus</i>	FSB Herat	-
HE070810D2	<i>An. dthali</i>	FSB Herat	-
HE070810D2-8	<i>An. dthali</i>	FSB Herat	-
HE080810D2	<i>An. hyrcanus</i>	FSB Herat	-
HE080810H1	<i>An. hyrcanus</i>	FSB Herat	-
HE170810R5	<i>An. dthali</i>	FSB Herat	-
HE180810R5-13	<i>An. hyrcanus</i>	FSB Herat	-
HE180810R5-14	<i>An. hyrcanus</i>	FSB Herat	-
HE180810R5-15	<i>An. hyrcanus</i>	FSB Herat	-
HE180810R5-17	<i>An. hyrcanus</i>	FSB Herat	-
HE180810R5-AH	<i>An. dthali</i>	FSB Herat	-
HE180810R5	<i>An. dthali</i>	FSB Herat	-
HE200810R5-AD	<i>An. dthali</i>	FSB Herat	-
HE200810R5	<i>An. dthali</i>	FSB Herat	-
HE200810R5-3	<i>An. hyrcanus</i>	FSB Herat	-
HE200810R5-4	<i>An. hyrcanus</i>	FSB Herat	-
HE210810R5	<i>An. hyrcanus</i>	FSB Herat	-
HE210810R5-AH	<i>Anopheles</i> sp.	FSB Herat	-
HE250810D2	<i>An. hyrcanus</i>	FSB Herat	-
HE010910R5	<i>An. hyrcanus</i>	FSB Herat	-
HE030910D2	<i>An. hyrcanus</i>	FSB Herat	-
HE030910D2-AD	<i>An. dthali</i>	FSB Herat	-
HE170612D2	<i>An. hyrcanus</i>	FSB Herat	-

Tabla V.45. Resultado de la búsqueda de *Plasmodium* sp. mediante qPCR en las hembras de Anophelinae capturadas en ZO.

## **VI. DISCUSIÓN**



El presente trabajo recoge los resultados de los muestreos realizados en la BATO entre los años 2008 y 2013 y los obtenidos en Afganistán en las bases de Herat y Qala i Naw en los años 2008, 2010 y 2012.

## VI.1. Estudio entomológico en TN

Durante las temporadas en las que se realizó el estudio se recogieron 1280 ejemplares pertenecientes a las siguientes especies de Culicidae: *Cx. pipiens*, *Cx. theileri*, *Cx. hortensis*, *Cs. longiareolata*, *Cs. annulata*, *Cs. subochrea*, *Oc. caspius*, *An. claviger* y *An. atroparvus*. De ellas, la más abundante fue *Cx. pipiens*, constituyendo el 85,78% de los mosquitos capturados, seguida por *Cs. longiareolata* con el 6,48%. Ambas especies están ampliamente difundidas por el territorio peninsular, y no faltan citas de su presencia en la Comunidad de Madrid (MELERO ALCÍBAR, 2004; BUENO MARÍ y col., 2012). El resto de especies recogidas, han sido también citadas previamente en dicha región.

Aunque el presente trabajo se ha realizado a partir de las capturas efectuadas sobre especímenes adultos, las características bioecológicas de la BATO, ya descritas en Material y Métodos, permiten suponer que los puntos de muestreo en los que se realizó la captura de una determinada especie, constituyen seguramente la zona de cría para dicha especie; no parece probable que un espécimen capturado por ejemplo en el punto T4 (junto al arroyo Ardoz), proceda del punto T5 (junto a la charca del campo de golf), para lo que tendría que haber abandonado una zona en la que disponía de la vegetación y abrigo suficientes y desplazarse algo más de 2 Km a través de un área esteparia y carente de zonas de refugio; y lo mismo a la inversa. Apoya también esta hipótesis el hecho de que las manchas de agua a las que nos referimos son en general de carácter permanente, no necesitando los adultos realizar migraciones en busca de condiciones ambientales más favorables. Sí en cambio, podría haber habido desplazamientos entre los diferentes puntos de muestreo situados a lo largo del arroyo Ardoz (T4, T4B y T4C), ya que en este caso no sería necesario abandonar un corredor de vegetación riparia.

La temporada en la que mayor número de ejemplares se capturó fue la de 2012, año en el que no se realizó la campaña de control de plagas que se lleva a cabo habitualmente en la BATO durante la estación favorable al desarrollo de los culícidos. No obstante, dicho incremento en la cifra absoluta se debe fundamentalmente al crecimiento solo de algunas especies, concretamente *Cx. pipiens* y *Cs. longiareolata*. Sin poder afirmar con rotundidad que dicho hecho esté relacionado de forma directa con la ausencia de control, debe no obstante hacernos reflexionar sobre la importancia de abordar este tipo de programas especialmente en los puntos de entrada a TN, en consonancia con lo que señala el Reglamento Sanitario Internacional.

Por otra parte, en la temporada de 2013 se obtuvo la mayor diversidad específica, siendo el único año en el que se recogieron todas las especies descritas en la BATO, y además fue el segundo año, después de 2012, en el que mayor número de especímenes en términos absolutos fue recolectado. Una diferencia que consideramos relevante en relación al resto de los años fue la abundante pluviosidad que tuvo lugar durante los meses de primavera de 2013, que superó en un 100-150% los valores normales (AEMET, 2013), permitiendo la permanencia de cuerpos de agua que habitualmente se secan en verano y unas mayores dimensiones de otros que permanecen con escasa cantidad de agua. Una vigilancia en tiempo real, de manera preventiva, de este tipo de factores que pueden influir de forma importante en la cría y desarrollo posterior de los culícidos, podría permitir modular el tipo de acciones a tomar para el control de las futuras poblaciones, enfocadas prioritariamente hacia las fases larvarias de desarrollo. De esta forma podemos anticiparnos a posibles consecuencias derivadas tanto de la molestia que supone un exceso de mosquitos, como de la presencia de especies que tienen importancia en el campo de la salud pública, ya sean o no autóctonas (ECDC, 2012; ECDC, 2013b).

Las especiales características de esta Base, donde se reciben vuelos de diversas procedencias, pero también su ubicación en una zona (Corredor del Henares) densamente poblada, profusamente comunicada por vía terrestre y rodeada de zonas industriales en las que operan numerosas empresas dedicadas al transporte, tales como plataformas logísticas, posibilitarían que la



llegada de especies no autóctonas pudiera tener algún tipo de repercusión tanto de tipo ecológico como en salud pública. No olvidemos que la principal forma de expansión de especies no autóctonas de culícidos en Europa ha tenido lugar por vía terrestre (MEDLOCK y col., 2012). A ello hay que añadir como característica particular de la BATO, que el punto de muestreo en el que más cantidad y variedad de especímenes se recogieron fue T4 (Figuras V.2 y V.3), que como se comentó, presenta unas condiciones bioecológicas favorables para la cría y refugio de culícidos, con un cuerpo de agua permanente y abundante vegetación riparia que proporciona abrigo a las diversas especies. Teniendo en cuenta que dicho punto es precisamente el más cercano a la zona de llegada de las aeronaves, la posible llegada de especímenes en estas pudiera dar lugar a un establecimiento, al menos temporal, de los mismos. Abundando en esta idea, la del posible establecimiento de especies traídas pasivamente en medios de transporte, habría que prestar también atención al punto T5, junto a la charca del campo de golf, que como vimos, fue el segundo en cantidad de especímenes capturados. Sus características, con abundantes zonas de abrigo y un cuerpo de agua permanente, y su cercanía en este caso a la zona industrial anexa a la BATO (Fig. IV.1), permiten presuponer la posibilidad de establecimiento, cuando menos temporal, de culícidos transportados por medios terrestres.

Desde el punto de vista zoogeográfico, las 9 especies capturadas tienen una distribución muy extensa a nivel mundial, especialmente *Cx. pipiens*, que puede ser considerada realmente cosmopolita, pero también *Cx. theileri*, *Cs. annulata*, *Cs. longiareolata* y *Cs. subochrea*, que están distribuidas no solo por la región Paleártica sino también en mayor o menor medida por otras regiones. El resto de especies están circunscritas principalmente a la región Paleártica.

Desde un punto de vista sanitario, a excepción de 3 de las especies halladas en el estudio (*Cs. longiareolata*, *Cs. subochrea* y *Cx. hortensis*), de las que o bien no se conoce con exactitud el papel que pudieran desempeñar en la transmisión de patógenos humanos, o bien muestran tendencias claramente zoofílicas, el resto deben ser tenidas en consideración como posibles vectores de diferentes patógenos. Todas ellas, en principio, son especies que pueden considerarse autóctonas, sin embargo, al estar también presentes en otras

regiones en las que existen diversas enfermedades relacionadas con la transmisión vectorial, sería conveniente profundizar en un futuro mediante técnicas moleculares de identificación con el objeto de descartar la posible introducción de las mismas por medio del transporte aéreo.

*Cx pipiens*, además de ser la especie más abundante, resultó ser la más ubicua, apareciendo en todos los puntos muestreados. Asimismo, se halló entre las más regulares, capturándose todos los años. Todo ello viene a apoyar los datos ofrecidos por diferentes autores, en cuyos trabajos suele aparecer entre las especies más numerosas y con mayor capacidad de adaptación a diferentes biotopos, junto a una gran versatilidad en lo referente a criaderos larvarios, que incluyen charcas, ríos altamente contaminados con materia orgánica o recipientes con agua de lluvia, solo por citar algunos (BUENO MARÍ y col, 2009; BUENO MARÍ, 2010a; LATORRE ESTÍVALIS, 2010; MELERO ALCÍBAR, 2004; VÁZQUEZ GONZÁLEZ, 2010). Su presencia en los puntos T1 y T2 (hangares), única especie en aparecer en los mismos, corrobora la tendencia endofílica señalada por otros autores (BECKER y col., 2010).

Por otro lado, la sucesión faunística nos muestra la presencia de especímenes en un amplio rango anual (entre mayo y octubre), que concuerda con su capacidad de soportar grandes variaciones en las temperaturas (LÓPEZ SÁNCHEZ, 1989).

Del análisis de los datos de abundancia de esta especie en los diferentes años en que se muestreó, se observa que 2012 fue el que más ejemplares de *Cx. pipiens* se capturaron, con un incremento del 67% sobre la media del conjunto de todas las temporadas. Este año ofrece dos particularidades en relación al resto de temporadas: por un lado, y como se comentó anteriormente, fue el único año de la serie en el que no se realizó campaña de control de plagas, consistente en el empleo de larvicidas en los cuerpos de agua; por otra parte, resultó ser el año más seco de la serie, tal y como se observa en la Tabla V.19 con una precipitación total acumulada de 212,31 mm, presentando además la primavera más seca de todas, con un cuatrimestre de marzo a junio en el que solo se recogen 63,48 mm, con nula precipitación en junio. Ello contribuyó a que un punto de muestreo como T4C se secara

completamente y otro como T4 mantuviera niveles mínimos. El punto T5, en cambio, mantuvo sus niveles habituales. Dado que no se observan diferencias significativas en lo que se refiere a las temperaturas medias de los meses en que se muestrea entre el año 2012 y el resto de los años (Tabla V.18), pensamos que la conjunción de los dos factores mencionados (no utilización de larvicidas y baja pluviosidad), favorecieron especialmente a *Cx. pipiens*, que presenta muy escasa dependencia de la temporalidad de los periodos húmedos y en consecuencia de los niveles hídricos, siendo la especie que mejor ha aprovechado estas circunstancias.

Junto con *Cx. pipiens*, únicamente otra especie, *Cs. longiareolata*, incrementó sus niveles poblacionales durante el año 2012, aumentando en un 13,6% con relación a la media de especímenes de esta especie recogidos en los distintos años. El 95% de los ejemplares de ese año se capturaron en el punto T4, que mantuvo algún nivel de agua a pesar de la escasez de precipitaciones. Es por tanto otra especie que aprovechó adecuadamente la falta de larvicidas en los cuerpos de agua de ese año. El carácter predador de sus larvas sobre los estadios preimaginales de otras especies (SHAALAN, 2012) pudo influir en su predominio sobre otras en T4, exceptuando a *Cx. pipiens*, con quien establece con frecuencia asociaciones larvarias (MELERO ALCÍBAR, 2004; BUENO MARÍ, 2010a). El patrón de sucesión faunística (Tabla V.2), pone de manifiesto su presencia con el mismo rango anual que *Cx. pipiens* (mayo-octubre), lo que concuerda con datos ofrecidos por otros autores que señalan la posibilidad de cerrar ciclos bióticos durante todo el año, o bien establecer una fase de quiescencia larvaria o de hibernación en forma de hembra adulta en aquellas zonas más frías (BUENO MARÍ, 2010a; BECKER y col., 2010; SCHAFFNER y col., 2001).

La presencia de *Oc. caspius* en la BATO ya había sido constatada con anterioridad (MELERO ALCÍBAR, 2004). En el presente trabajo, el 90% de los ejemplares se recogieron en una de las temporadas (2013), que muestra como principal diferencia con respecto al resto de los años la abundancia de precipitaciones durante la primavera, en comparación con los valores normales (AEMET, 2013). Esta relación entre la abundancia de lluvias y el aumento de la población de *Oc. caspius* está en sintonía con lo apuntado por autores como

VÁZQUEZ GONZÁLEZ (2010) y otros, que relacionan su crecimiento poblacional con los incrementos de los niveles hídricos de los criaderos (BUENO MARÍ y col., 2012). Dada la importancia de esta especie, tanto desde el punto de vista de las molestias que ocasiona por su agresividad y tendencia antropofílica, como en el terreno de la salud pública y sanidad animal, apareciendo como uno de los principales portadores de Flavivirus en España (VÁZQUEZ GONZÁLEZ, 2010), consideramos importante la vigilancia de estos factores climatológicos con el objeto de adoptar o reforzar las oportunas medidas preventivas en aquellos casos que favorezcan crecimientos poblacionales.

Otra especie como *Cx. hortensis*, una de las más representativas en la Comunidad de Madrid junto con *Cx. pipiens*, en estudios realizados por otros autores (MELERO ALCIBAR, 2004), fue recogida en muy escasa cantidad en el presente trabajo, de tal forma que no es posible establecer sus características fenológicas. Ello posiblemente esté relacionado con su tendencia orofílica y su preferencia por mayores cotas altitudinales (BUENO MARÍ y col., 2009; 2012). Sí se puede destacar que fue la especie que más tempranamente apareció, en el mes de abril, y con la temperatura mínima más baja, tan solo 6°C.

Otro aspecto que merece ser tenido en consideración es la presencia de especies de anofelinos en la BATO, concretamente *An. claviger* y *An. atroparvus*. Dichas especies están presentes en nuestro país y son posibles candidatas para iniciar episodios de transmisión localizada de malaria (BUENO MARÍ y JIMÉNEZ PEYDRÓ, 2010b). La aparición en 2001 del primer caso de malaria adquirida en España producida por *P. ovale* en Alcalá de Henares (CUADROS y col., 2002), pudo deberse a la llegada, por medio de una aeronave a la BATO, de un anofelino alóctono infectado, en cuyo caso se trataría de una malaria de aeropuerto, o bien, como segunda hipótesis, a la transmisión de la enfermedad introducida por un reservorio humano por medio de un anofelino autóctono, hecho que actualmente ya ha sido documentado en nuestro país (SANTA-OLALLA PERALTA y col, 2010). La investigación epidemiológica y el estudio entomológico que se desarrollaron con posterioridad, no permitieron llegar a una conclusión definitiva. No se hallaron anofelinos en los muestreos realizados en la zona en la que apareció el caso,

ni tampoco en las cercanías, incluyendo la BATO (datos no publicados). Aquellos muestreos entomológicos consistieron en la captura de larvas en diferentes áreas propicias para su desarrollo (márgenes del río Henares, charcas, depuradora de aguas residuales de Alcalá, arroyo Torote y arroyo Ardoz entre otros). La utilización en el presente trabajo de trampas mini CDC ha permitido demostrar la presencia de anofelinos en la BATO, que dista 4 Km del punto en el que apareció el caso. Esta distancia puede ser recorrida al menos por las hembras de *An. atroparvus* en busca de hospedadores sobre los que alimentarse (KAUFMANN y BRIEGEL, 2004).

## **VI.2. Estudio entomológico en ZO**

La vigilancia entomológica en ZO, desarrollada en este caso en Afganistán, se considera un primer eslabón para evaluar el riesgo que para un contingente que despliega en esa zona suponen las enfermedades transmitidas por vectores. Estas labores han cobrado gran importancia en la actualidad, como lo prueba el hecho de que ejércitos de otros países como Estados Unidos o Alemania las están poniendo en práctica (BURKETT y col., 2007; COLEMAN y col., 2006; 2009a; COLACICCO-MAYHUGH y col., 2012).

### **VI.2.1. FSB (Herat)**

Los muestreos efectuados en la FSB se desarrollaron en los años 2008, 2010 y 2012. El primero de ellos puede considerarse como un muestreo puntual al tratarse de la experiencia piloto en la que se valoró la posibilidad de protocolizar estos muestreos en el futuro; ya en los años 2010 y 2012 se muestreó de forma protocolizada. En 2008 las trampas se colocaron en el mes de octubre, a diferencia de los otros años, que se extendieron desde julio a septiembre en 2010 y de mayo a agosto en 2012. Ello posiblemente influyó en las diferencias observadas en cuanto a especies recolectadas: en total se capturaron 522 ejemplares pertenecientes a las especies *Cx. pipiens*, *Cx. theileri*, *Cx. quinquefasciatus*, *Cs. longiareolata*, *Cs. annulata*, *Oc. caspius*, *Ae. Vexans*, *Ur. unguiculata*, *An. dthali*, *An. barianensis*, *An. peditaeniatus* y *An. hyrcanus*; las que aparecen en los 3 años son *Cx. pipiens* y *An. dthali*; aunque la especie *An. hyrcanus* solo se identifica como tal en 2010 y 2012, es posible, como ya se comentó en resultados que los ejemplares identificados en 2008

como *An. peditaeniatus* fueran en realidad aquella especie, al estar encuadrado en el Grupo Hyrcanus.

De las 11 especies de Culicidae recogidas en la FSB de Herat, 1 de ellas (*Cs. annulata*) se cita por vez primera en Afganistán. De las otras 10, hay 6 que aunque se hallaban ya citadas en diferentes provincias de Afganistán por diversos autores (WARD, 1972; DANILOV, 1985; GLICK, 1992; RUEDA y col., 2008; FAULDE y col., 2008; LESLIE y col., 2009b; COLEMAN y col., 2009a), este trabajo constituye la primera cita en la provincia de Herat; estas especies son *Ae. vexans*, *Ur. unguiculata*, *An. hyrcanus*, *An. dthali*, *An. peditaeniatus* (esta con la debida cautela) y *An. barianensis*. Otras especies como *Cx. desertícola*, *Oc. caspius*, *An. claviger*, y *An. superpictus*, que fueron citadas en el pasado en la provincia (WARD, 1972), no han sido halladas en el presente trabajo. *An. superpictus*, que era considerado uno de los principales vectores de la malaria en Afganistán, fue prácticamente erradicado en los años 70, siendo reemplazado en el este y sur del país por *An. stephensi* y *An. culicifacies*, y en el norte por *An. pulcherrimus* y *An. hyrcanus* (KOLACZINSKI y col., 2005), siendo de hecho este último el anofelino más abundante de los capturados en Herat.

Desde el punto de vista zoogeográfico, hay que señalar que de las 12 especies capturadas, 7 de ellas (*Cx. pipiens*, *Cx. theileri*, *Cs. longiareolata*, *Cs. annulata*, *Ur. unguiculata*, *Ae. vexans* y *An. hyrcanus*) tienen una distribución muy extensa a nivel mundial, llegando algunas de ellas a ser realmente cosmopolitas como es el caso de *Cx. pipiens*, *Ae. vexans* o *Cs. annulata*; las otras 4 están al menos distribuidas por la región Paleártica. Sin embargo, las especies *An. peditaeniatus*, *An. barianensis*, *An. dthali* y *Cx. quinquefasciatus* muestran una distribución circunscrita a regiones orientales como es el caso de las 3 primeras especies, o tropicales y subtropicales en la última.

En 2008, las temperaturas eran lógicamente inferiores a las registradas durante el verano, no alcanzando en ningún caso las mínimas los 15°C, e incluso registrándose inferiores a 10°C; por otro lado las máximas eran suaves para lo que es habitual en la región, manteniéndose en el entorno de los 30°C. Ello posiblemente influyó en que especies como *An. barianensis* y *Ur.*

*unguiculata* se capturaran únicamente en este muestreo. Con respecto a la primera de las especies son muy pocas las citas existentes y ya han sido comentadas en el apartado de resultados. En relación a *Ur. unguiculata*, otros autores la han hallado siempre en muy escasa cantidad, al menos en la Península Ibérica, y asociada a criaderos larvarios consistentes en pequeñas manchas de agua, ricas en materia orgánica y sombreadas (MELERO ALCÍBAR y col., 2005; BECKER y col., 2010). El punto D2 en el que se hallaron la mayor parte de nuestros ejemplares adultos, aún siendo muy escasos, tiene unas características similares a las descritas, a excepción de que no era una zona sombreada sino sometida a una fuerte insolación; es quizás por ello que únicamente se realizaron capturas durante el mes de octubre, con temperaturas más frescas, lo que también estaría en concordancia con los muestreos de otros autores, que recogen esta especie principalmente en otoño o al final del verano. Otras especies recogidas en el punto D2, tales como *Cx. pipiens*, *Cx. theileri* o *An. hyrcanus*, han sido señaladas en otros estudios formando asociaciones larvarias con *Ur. unguiculata* (MELERO ALCÍBAR, 2004; MELERO ALCÍBAR y col., 2005; BECKER, 2010).

La presencia de *Cx. theileri* como especie más abundante en el conjunto de los años en que se muestreó no significa en cambio que dicha especie haya sido la más regular en su aparición, sino más bien al contrario. Como ya se ha comentado, esta especie únicamente se recogió durante 2010, pero resultó ser extraordinariamente abundante los primeros días de julio, casi como una explosión durante 2 días, para luego seguir apareciendo pero en cantidades mucho menores. Esta manera de presentarse, y especialmente en un punto (D2), donde presumiblemente se situaría la zona de cría (hipótesis apoyada por el hecho de que de los diferentes puntos de muestreo, fue en el que mayor cantidad de machos se recogieron, como sucede también en el caso de *Cx. pipiens*), estaría en consonancia con lo apuntado por otros autores al indicar que prefiere criar en zonas de agua encharcada y con frecuencia contaminada, y que presentaría un marcado carácter focal, siendo muy abundante en algunas zonas pero muy escasa o ausente en otras (SIMSEK, 2004; HARBACH, 1988).

*Cx. pipiens* fue la especie más ubicua de todas las capturadas en la FSB, apareciendo en casi todos los puntos de muestreo, y si no hubiera sido por la “explosiva” aparición de *Cx. theileri* durante 2 días en julio de 2010, habría sido la más abundante en el conjunto de las especies. De hecho, en 2012, en que *Cx. theileri* desapareció, representa ya más del 80% de los culícidos. De la abundancia de *Cx. pipiens* a nivel mundial dan buena muestra diferentes trabajos en los que siempre aparece entre las especies más numerosas, ocupando muy variados biotopos (BUENO MARÍ y col., 2009; BUENO MARÍ, 2010a; LATORRE ESTÍVALIS, 2010; MELERO ALCÍBAR, 2004; VÁZQUEZ GONZÁLEZ, 2010). En el presente trabajo, en la parte correspondiente a TN, resultó ser también la especie más abundante. Su tendencia endofílica, señalada por algunos autores (BECKER y col., 2010), queda de manifiesto en la FSB al ser capturada en espacios cerrados (PA3) en 2010 y 2012, con una trampa con atrayente químico y potenciada en ocasiones con CO<sub>2</sub>.

*Cs. longiareolata* fue la tercera especie más numerosa después de *Cx. theileri* y *Cx. pipiens*. Resultó ser muy ubicua al aparecer en todos los puntos en los que se realizaron capturas, y junto con *Cx. pipiens* fue la única capturada en interiores, atraída por una trampa química que simula el olor de sustancias corporales de tipo humano y potenciada con CO<sub>2</sub>. Al tratarse de 2 hembras, este hecho indicaría una cierta tendencia endofágica y antropofílica de la especie, aunque algunos autores no consideran frecuente dicho comportamiento (BECKER y col., 2010). Se trata de una especie presente en grandes cantidades en diferentes regiones del mundo, principalmente de carácter cálido, como ponen de manifiesto diversos trabajos en los que suele situarse entre las especies más abundantes (BUENO MARÍ y col., 2009; BUENO MARÍ, 2010a; LATORRE ESTÍVALIS, 2010; MELERO ALCÍBAR, 2004), pero está ausente o es poco común en zonas más septentrionales de la región Paleártica (BECKER y HOFFMANN, 2011b; SEIDEL y col., 2013b; WEGNER, 2009).

Del resto de especies capturadas, y dejando aparte las integradas en la subfamilia Anophelinae que se abordarán más adelante cuando se trate de la evaluación del riesgo de malaria, merece la pena destacar la presencia de 1



ejemplar de *Cs. annulata*, de distribución paleártica y afrotropical (SCHAFFNER y col., 2001), pero de la que no existen citas de su presencia en Afganistán.

Uno de los aspectos que más llama la atención en el conjunto del estudio entomológico desarrollado, es la drástica reducción de ejemplares capturados en 2012 en comparación con los de 2010, disminuyendo en un 83% el número total de especímenes, a pesar de que los muestreos se incrementaron de 40 en 2010 a 51 en 2012. A la hora de buscar las causas de este descenso, conviene analizar primero las características del mismo. Uno de los aspectos más llamativos es que la disminución más importante en el número de Culicidae tiene lugar en el punto D2, correspondiente a la depuradora de aguas residuales, donde se pasa de 385 especímenes en 2010 a 9 en 2012, lo que constituye un descenso del 98%. Los siguientes puntos en los que proporcionalmente se produce mayor retroceso son precisamente los más cercanos a dicha instalación: C4 con un 78% y R5 con un 29%; en PA3 que es un punto interior y también está relativamente cercano, se observa igualmente un descenso muy marcado, aunque el número de muestreos en este punto en 2012 fue la mitad que en 2010. Proporcionalmente, donde menos desciende el número de ejemplares es en H1 (24%), que es el punto más alejado de D2. Además, al analizar cómo se produce la desaparición paulatina de especímenes en los distintos puntos, en el que primero dejan de capturarse ejemplares es en D2, pues el último espécimen (1 hembra de *Cx. pipiens*) se recogió a principios de julio de 2012; a continuación desaparecen en C4, que era el más cercano a D2, siguiendo H1 y R5 ya a finales del mismo mes (Tabla V.23).

Por lo expuesto anteriormente, cabe pensar que la explicación a la reducción progresiva en el número total de ejemplares capturados durante 2012, seguida de la desaparición total de las capturas, está relacionada con cambios producidos en la depuradora y sus alrededores, pues a la vista de los datos, suponíamos que esta zona era, si no el único, uno de los principales focos de cría, al no hallarse otros puntos de agua en los alrededores. La depuradora de la FSB está situada entre la zona de vida y la pista de aterrizaje. Consta de una serie de instalaciones de pretratamiento para la separación de

sólidos y líquidos no miscibles de diferentes densidades, previas a la depuradora propiamente dicha. La parte “visible”, que es donde se colocaba la trampa CDC, consiste en una fosa de tratamiento secundario donde, merced a una aireación activa, se favorece la oxigenación del agua y el crecimiento de bacterias que descomponen la fracción orgánica. Desde aquí, y mediante unas tuberías subterráneas, el agua se conduce hasta un campo de drenaje con capacidad para 200 m<sup>3</sup>, donde se va absorbiendo por las capas freáticas.

A mediados del mes de abril de 2012 se comenzó a observar de forma muy manifiesta un encharcamiento progresivo de la zona de drenaje, produciéndose finalmente una balsa de dimensiones considerables (Fig. VI.1). Esta situación, probablemente debida a la obstrucción de alguno de los ramales de drenaje y la consiguiente saturación del terreno circundante, venía ocurriendo de forma no tan llamativa en los años anteriores, dado que este campo solía estar enfangado, con alguna zona ligeramente encharcada y con abundante vegetación.



Figura VI.1. Encharcamiento producido en la zona de drenaje de la depuradora de la FSB.

Ante esta situación, durante el mes de mayo, se comienza a extraer el agua embalsada con camiones bomba con cisterna y a verterla en arquetas próximas que no se hallaban saturadas, hasta que finalmente se soluciona definitivamente el problema; como se sospecha que toda esta zona reúne características adecuadas para la cría de culícidos, se comienzan a utilizar por estas fechas productos larvicidas en el agua que todavía queda en el terreno y en la propia depuradora.

La total desaparición de Culicidae adultos en los muestreos nos hacen suponer que el foco de cría era la depuradora, ya que no se produjeron cambios en ninguna otra zona, y en cuanto a las condiciones ambientales, a pesar de darse unas temperaturas muy elevadas y muy bajos valores de humedad relativa durante el verano de 2012, no fueron muy distintos de las observadas durante 2010. Así, el drenaje del terreno que llevaba mucho tiempo encharcado, si bien no de manera tan evidente, junto con el uso de larvicidas en los charcos que aún quedaban y en la depuradora propiamente dicha, contribuyeron a eliminar el foco principal de cría de mosquitos. Esto explicaría por qué el primer punto en el que desaparecen los especímenes es precisamente D2; lógicamente no ocurrió de forma inmediata en el mes de mayo, pues es de suponer que aún irían desarrollándose algunos estadios larvarios y manteniéndose ejemplares adultos que hacía poco habían alcanzado ese estadio. También es lógico que donde primero se notó la eliminación del criadero, fuera donde primero desaparecieron los adultos, mientras que en otros puntos de muestreo, donde habían ido llegando y había mejores condiciones para su supervivencia al existir zonas de abrigo y descanso (contenedores, locales, etc.) se mantuvieran activos un tiempo mayor. Por todo ello consideramos que la depuradora fue el principal criadero de especímenes de culícidos.

A pesar de que el objetivo general del trabajo desarrollado en ZO consistía en el desarrollo de un procedimiento de vigilancia entomológica basado en la captura de mosquitos adultos para conocer cuantitativa y cualitativamente sus poblaciones, especialmente por su interés sanitario, se ha puesto de manifiesto la importancia que tiene emprender en el futuro nuevos procedimientos orientados también a la búsqueda de estadios preimaginales.

Las evidentes diferencias que se han producido entre los resultados de 2010 y 2012, derivados de los cambios descritos en la depuradora, indican que cualquier medida preventiva en el control de Culicidae de interés sanitario, pasa necesariamente por el control de dichos estadios. La presencia de especies de indudable importancia sanitaria como son las especies de Anophelinae: *An. hyrcanus* y *An. dthali*, así como los pertenecientes a Culicinae, especialmente *Cx. pipiens*, *Cx. theileri* y *Oc. caspius*, justifican la adopción por parte del Servicio Veterinario de ZO, que es quien tiene la responsabilidad en la materia, de medidas de manera temprana para el control de dichas poblaciones; medidas que deben pasar en primer lugar, como se ha evidenciado, aunque haya sido un “efecto colateral” por acometer acciones de tipo físico o mecánico conducentes a la modificación de los biotopos larvarios para dificultar o imposibilitar el desarrollo de larvas en los mismos. A continuación se deberían ya desarrollar medidas de tipo químico o biológico para el control de los estadios larvarios.

#### **VI.2.2 PSB (Qala i Naw)**

El estudio entomológico en la PSB de Qala i Naw se desarrolló entre los meses de junio y octubre de los años 2010 y 2012. Resulta llamativo el escaso número de ejemplares recogidos (49) en un total de 40 muestreos realizados en 10 puntos diferentes de la base. Las condiciones bioecológicas de dicha base, de suelos áridos y vegetación constituida predominantemente por matorral esclerófilo, no son favorables para el desarrollo de los culícidos. Además, no existen zonas húmedas de forma permanente ni colecciones de agua, si exceptuamos un área de encharcamiento esporádico situada en la zona perimetral y las arquetas correspondientes a tuberías de desagüe de aguas superficiales, localizadas junto al punto QIN6. A pesar de producirse precipitaciones torrenciales al comienzo de la primavera (máxima precipitación media mensual en marzo), las bajas temperaturas existentes todavía en dicho mes no permiten que los cuerpos de agua formados constituyan un hábitat favorable para la cría de los culícidos. Por otra parte, esos acúmulos de agua se secan rápidamente al suavizarse las temperaturas, debido a la fuerte insolación, a lo que hay que añadir una desaparición total de las precipitaciones en los meses de verano.

De las 5 especies identificadas, *Cx. pipiens*, *Cx. hortensis*, *Cs. longiareolata*, *Oc. caspius* y *An. dthali*, 3 de ellas se recogieron en 2010 y 2012, siendo estas *Cs. longiareolata*, *Cx. pipiens* y *Oc. caspius*; por su parte, *Cx. hortensis* se capturó únicamente en 2010 y *An. dthali* fue identificado solo en 2012. Dado que no existen trabajos publicados de muestreos entomológicos desarrollados en la provincia de Badghis, podemos considerar estas capturas como las primeras citas de dichas especies en la región.

Del análisis zoogeográfico de las especies recogidas, cabe señalar que *Cx. pipiens*, como ya ha sido comentado, está distribuida prácticamente a nivel mundial, mientras que son especies propias de la región Paleártica *Cs. longiareolata*, *Cx. hortensis* y *Oc. caspius*. *An. dthali* por su parte, como se indicó al tratarlo en la FSB es propia de regiones orientales.

*Cs. longiareolata* y *Cx. pipiens* son las 2 especies más abundantes con diferencia sobre el resto en la PSB, representando entre ambas más del 77% de los especímenes. Su ubicuidad y abundancia ha sido ya mencionada anteriormente y reseñada en distintos trabajos, lo que queda nuevamente corroborado a la vista de nuestros resultados, ya que además de ser las especies más numerosas, son las más ubicuas, hallándose la primera de ellas en 7 puntos de muestreo y *Cx. pipiens* en 4. Asimismo y como ya sucediera en la FSB de Herat, dan muestras de su endofilia al ser las únicas que aparecen en un punto interior (QIN9), en este caso atraídas por una trampa CDC.

### **VI.2.3. Aportaciones a la evaluación del riesgo de malaria en el contingente**

#### **VI.2.3.1. Valoración de la presencia de anofelinos en la FSB (Herat)**

En los 3 años en que se ha muestreado en la citada base, se han capturado 33 ejemplares pertenecientes al género *Anopheles*, encuadrados en las especies *An. hyrcanus*, *An. dthali*, *An. peditaeniatus* y *An. bariensis*, no pudiendo confirmarse en 3 ejemplares su especie y quedando registrados como *Anopheles* sp.

El método de muestreo empleado, trampas mini CDC con luz blanca o UV, para la captura de especímenes adultos, ha demostrado su eficacia en

otros estudios anteriores desarrollados en Afganistán en los que ha sido utilizado para la vigilancia de anofelinos (WARD, 1972; RUEDA y col., 2008).

Tal y como se ha señalado en el apartado resultados, *An. hyrcanus* fue la especie más abundante, seguida por *An. dthali*. El conjunto de los anofelinos no alcanzó el 5% del total de culícidos de la FSB. No se capturaron durante este estudio ninguna de las especies consideradas como vectores principales de la enfermedad en diferentes regiones del país, como *An. stephensi*, *An. culicifacies*, *An. fluviatilis*, *An. pulcherrimus* y *An. superpictus* (ROWLAND y col., 2002; FAULDE y col., 2008; LESLIE y col., 2009b).

*An. hyrcanus* ha sido considerado en décadas pasadas y sigue siéndolo en la actualidad un vector de malaria por *P. vivax* en diferentes regiones de Afganistán (ANUFRIEVA y col., 1977; FAULDE y col., 2007; 2008) e igualmente ha sido señalado como vector de *P. falciparum* (DJADID, 2009), sin embargo, su carácter exofílico contribuye a que no haya sido tenido como un vector importante en otras zonas del mundo como por ejemplo en las regiones mediterráneas (BECKER y col., 2010). No obstante, para otros autores sí que debería incluirse como uno de los más importantes potenciales vectores en la actualidad (PONÇON y col., 2007a; 2007b). Nuestras capturas, en consonancia con el carácter exofílico apuntado, se realizaron siempre en exteriores, siendo más abundante en el punto de muestreo R5 (entrada principal del ROLE 2 u hospital), lo que abundaría también en su tendencia antropofílica, al ser frecuente en dicho punto la presencia humana, pues existe un continuo trasiego de personal y pacientes en el mismo. Era también común, durante los meses en los que la climatología lo permitía, que el personal de servicio permaneciera en el exterior del edificio una vez que las temperaturas diurnas se suavizaban, lo que ocurría principalmente al anochecer. Por lo tanto, y considerando la marcada antropofilia de esta especie, especialmente si no existe ganado u otros animales en los alrededores, como era el caso, y teniendo en cuenta que su máxima actividad se desarrolla en las primeras horas de la noche (PONÇON y col., 2007a), en las que era más frecuente la presencia humana en este sitio, no debería desdeñarse el potencial papel como transmisor de malaria de este anofelino en dichas circunstancias.

La otra especie potencial transmisora de malaria hallada tanto en D2 como en R5 fue *An. dthali*, que aunque en principio es un vector secundario, también ha de ser tenida en consideración. Presenta tanto hábitos zoofílicos como antropofílicos, existiendo gran variedad en su preferencia antropofílica (1-25%) según HANAFI-BOJD y col., 2011, pero teniendo en cuenta que donde se realizó este trabajo no existe ganado del que alimentarse, es de suponer que la tendencia mayoritaria de las hembras de esta especie sea hacia la sangre humana. Por otro lado *An. dthali* sí que penetra en el interior de las dependencias, donde se puede alimentar, haciéndolo también en exteriores, preferentemente en horarios crepusculares y hasta la medianoche (MANOUCHERI y col., 1976); como se ha indicado, durante este periodo era frecuente la presencia de personal en el exterior, junto al punto R5.

Otro de los factores a considerar en la posibilidad de transmisión de malaria en la FSB de Herat es la potencial existencia de portadores de gametocitos de *Plasmodium* en la misma base o en las cercanías, en la época en la que dicha transmisión es posible por la presencia de anofelinos. Como se ha detallado en el apdo. 5.3.1. del capítulo III, en el distrito de Herat existiría un riesgo bajo de transmisión, con incidencias anuales de entre 0,1-1‰. Sin embargo, y dado que la mayoría de las hembras de *An. hyrcanus* y *An. dthali* se capturaron en el entrada del ROLE, y puesto que en dicho hospital se atiende de forma rutinaria a personal local, del que no se conoce su estado sanitario previo, podrían constituir reservorios en un punto en el que existe un potencial vector. A ello hay que añadir la gran cantidad de personal civil local que se halla empleado en la base.

Aunque es de suponer que los anofelinos capturados en la FSB procedían en su mayor parte, sino todos, de la propia base y más concretamente de los terrenos inundados junto a la depuradora, como se ha analizado al tratar de los cambios ocurridos en la misma, no es descartable tampoco la posible llegada de ejemplares de otras procedencias. La distancia existente con la población de Herat, merece al menos ser tenida en consideración, ya que hay 3 Km entre la FSB y las primeras zonas habitadas en las que se practica el regadío, existiendo 6 Km entre la base y el principal río de la ciudad; ambas zonas están situadas al norte de la base. Dado que la

componente predominante del viento en la zona es la norte noreste y noroeste, los anofelinos podrían ser empujados hacia la FSB.

Por otro lado, el tiempo necesario para que los parásitos completasen su ciclo biológico en el interior del mosquito y éste fuera capaz de transmitir esporozoitos (ciclo esporogónico), sería relativamente corto, dadas las altas temperaturas en los meses considerados en el estudio. Según la fórmula propuesta por Moshkovsky y Rashina (1951) para el cálculo de dicho valor, su duración vendría determinada por:

$$n = f_2 / (T - g_2)$$

Donde  $f_2$  y  $g_2$  son parámetros constantes dependientes de la temperatura y de la especie de *Plasmodium*, teniendo los siguientes valores: 111°C y 16°C para *P. falciparum* y 105°C y 14,5°C para *P. vivax*. T se refiere a la temperatura, de tal forma que empleando los valores de la temperatura media mensual correspondiente a los meses de junio, julio y agosto de la serie de datos climatológicos de Herat (RIVAS-MARTÍNEZ, 2009), se obtienen los resultados que se muestran en la Tabla VI.1 y VI.2:

Mes	Temperatura	$f_2$ <i>falciparum</i>	$g_2$ <i>falciparum</i>	n <i>falciparum</i>
Junio	27,2	111	16	9,9
Julio	29,5	111	16	8,2
Agosto	27,5	111	16	9,6

Tabla VI.1. Resultado estimado en días de duración del ciclo esporogónico (n) en la FSB para *P. falciparum* en los meses indicados.

Mes	Temperatura	$f_2$ <i>vivax</i>	$g_2$ <i>vivax</i>	n <i>vivax</i>
Junio	27,2	105	14,5	8,2
Julio	29,5	105	14,5	7
Agosto	27,5	105	14,5	8,1

Tabla VI.2. Resultado estimado en días de duración del ciclo esporogónico (n) en la FSB para *P. vivax* en los meses indicados.

Como se observa en las tablas, y suponiendo la presencia en la FSB de portadores de gametocitos y de vectores competentes, los tiempos necesarios para la transmisión del parásito podrían ser relativamente cortos durante el período de verano, en todos los casos por debajo de 10 días.



### VI.2.3.2. Valoración de la presencia de anofelinos en la PSB (Qala i Naw)

En las dos temporadas en las que se muestreó en la PSB, se capturaron únicamente 6 especímenes pertenecientes al género *Anopheles*, de los cuales 2 pudieron identificarse como *An. dthali*, quedando en los otros 4 casos sin identificar a nivel de especie. A pesar de ser un número bastante escaso en términos absolutos, también lo fue en el conjunto de los culícidos, de tal forma que los anofelinos representaron más del 12% del total de aquellos, cifra bastante superior a obtenida en Herat (4%). La potencial capacidad vectorial de *An. dthali* ha sido ya abordada al tratar dicha especie en la base de Herat. Podríamos tener en este caso en cuenta que, al ser una especie que muestra una gran variedad en sus hábitos antropofílicos (1-25%, según HANAFI-BOJD y col., 2011), y que presenta igualmente hábitos zoofílicos, la presencia de abundante ganado, especialmente rebaños caprinos, en la cercana población de Qala i Naw, capital de la provincia de Badghis, podría disminuir el riesgo de picadura a las personas, al disponer los anofelinos de una fuente abundante de alimento de origen animal.

Al desconocerse la identidad del resto de los ejemplares no se puede valorar su importancia como posibles vectores, sin embargo sí que habría que tener en consideración que la PSB se halla situada a una distancia inferior a 1 Km de Qala i Naw, en donde según los datos ya comentados en el apdo. 5.3.1. del capítulo III, el riesgo de transmisión de malaria sería medio-alto y atendiendo a la distribución que indican los mapas de riesgo, podría hablarse de incidencias anuales superiores a 1‰. Debido por tanto a la escasa distancia existente entre nuestras instalaciones y las zonas habitadas cercanas, un aspecto a valorar en la evaluación del riesgo sería la posible existencia de reservorios de gametocitos en estas últimas.

En relación al tiempo necesario para el desarrollo del ciclo esporogónico en los anofelinos en las condiciones de la PSB de Qala i Naw, teniendo en cuenta las temperaturas medias de los meses de junio-agosto, y aplicando la fórmula propuesta por Moshkovsky y Rashina, se observa que resultan ligeramente superiores que los estimados para la FSB, dadas las temperaturas algo menos cálidas durante los meses considerados (Tablas VI.3 y VI.4).

Mes	Temperatura	$f_2$ <i>falciparum</i>	$g_2$ <i>falciparum</i>	n <i>falciparum</i>
Junio	25,8	111	16	11,3
Julio	28,2	111	16	9,1
Agosto	25,3	111	16	11,9

Tabla VI.3. Resultado estimado en días de duración del ciclo esporogónico (n) en la PSB para *P. falciparum* en los meses indicados.

Mes	Temperatura	$f_2$ <i>vivax</i>	$g_2$ <i>vivax</i>	n <i>vivax</i>
Junio	25,8	105	14,5	9,3
Julio	28,2	105	14,5	7,6
Agosto	25,3	105	14,5	9,7

Tabla VI.4. Resultado estimado en días de duración del ciclo esporogónico (n) en la PSB para *P. vivax* en los meses indicados.

### VI.2.3.3. Estudio de la infección por *Plasmodium* en los anofelinos

En Afganistán, la búsqueda de la infección de Anophelinae por *Plasmodium* se ha basado anteriormente en el empleo de métodos microscópicos y serológicos. El presente trabajo constituye la primera aproximación en dicho país al uso de técnicas moleculares basadas en la qPCR.

La observación microscópica ha sido el método clásicamente empleado en el pasado, mediante la disección de las glándulas salivales del mosquito y búsqueda de esporozoitos. Algunos autores lo utilizaron ya en Afganistán en 1949, hallando ejemplares naturalmente infectados en especímenes de *An. superpictus* y *An. culicifacies* (RAO, 1951). En 1952, son hallados altos índices de esporozoitos en glándulas salivales de *An. superpictus* en Kabul durante los meses de verano, permitiendo presumir los datos recogidos que el pico de transmisión de la enfermedad se produce desde mediados de julio hasta finales de agosto (IYENGAR, 1954). Sin embargo, las condiciones en las que desarrollan sus actividades los oficiales veterinarios, en el marco de la Operación “Reconstrucción de Afganistán”, hacían inviable este tipo de diagnóstico debido a varios motivos:

- Dichos oficiales tienen otros muchos cometidos asignados, relacionados con la medicina preventiva veterinaria y seguridad alimentaria, constituyendo la vigilancia entomológica un cometido adicional. El

diagnóstico por observación directa en el vector constituye una técnica laboriosa que exige una dedicación difícil de alcanzar en ZO.

- La observación directa exige en primer lugar una identificación de los especímenes *in situ*, para lo que se ha de poseer unos conocimientos taxonómicos específicos, y una formación posterior en la técnica concreta.

Los métodos serológicos para la detección de la proteína CS en la hemolinfa del insecto son otra alternativa en la evaluación de anofelinos infectados en ZO. Por un lado se halla la técnica basada en el ELISA, ya comentada en el apdo. III.4.4.2, que presenta una serie de inconvenientes que no la hacen especialmente viable en las condiciones en las que se desarrolla nuestra misión. Otros métodos serológicos para la detección de la misma proteína, empleando tiras de papel reactivas basadas en reacciones inmunocromatográficas, se han desarrollado posteriormente y han sido empleados por diferentes autores en Afganistán para la búsqueda de esporozoitos en los anofelinos capturados (FAULDE y col., 2008; LESLIE y col., 2009b; COLEMAN y col., 2009a). Sin embargo, esta técnica necesita de altos niveles de esporozoitos en las glándulas salivales para detectar la proteína CS y además precisa de personal adiestrado en taxonomía para la identificación previa en ZO de los especímenes capturados, ya que el sentido de la técnica es poder ofrecer resultados de forma ágil en la misma zona de estudio. Estos aspectos, unidos al hecho de la baja sensibilidad y especificidad apuntadas por algunos autores y que necesitarían de confirmación posterior por técnicas moleculares (MORENO y col., 2004; COLEMAN y col., 2009a), hacen que en nuestro caso no nos hayamos decantado por esta última técnica.

La puesta a punto de la qPCR para la detección de esporozoitos en los anofelinos capturados en Afganistán, supone que por primera vez se haya empleado dicha técnica en los diversos estudios de evaluación del riesgo de malaria en la zona. El ejército de Estados Unidos la ha empleado anteriormente en la detección de *Phlebotomus* infectados por parásitos del género *Leishmania* (COLEMAN y col., 2009b). Superados los problemas de inhibición en la amplificación del ADN, debido a la presencia de ciertas sustancias en el exoesqueleto del mosquito, los especímenes pueden ser analizados en lotes

de 10 con una alta sensibilidad y especificidad (PÉREZ RICO y col., 2013). Esto resulta especialmente valioso, ya que permite detectar bajos niveles de infección en las glándulas salivales de los mosquitos, lo que sucede incluso en áreas altamente endémicas con una transmisión eficaz del parásito (AREZ y col., 2000). Consideramos que esta técnica es la que ofrece mayores ventajas en las condiciones en las que se desarrolla nuestra misión, no solo en Afganistán, sino también en futuros despliegues en otras zonas, constituyendo una herramienta muy valiosa en la evaluación del riesgo de malaria en los contingentes desplegados en ZO.

Esta técnica hace compatible la labor de vigilancia entomológica de los oficiales veterinarios con el resto de funciones asignadas, puesto que dicha labor se basará fundamentalmente en la captura, primera selección de Culicidae y, en su caso de Anophelinae, conservación y remisión de las muestras a TN. A ello habrá que añadir la recogida de todos los indicadores complementarios (punto de captura, condiciones atmosféricas y otros datos de interés). Para servir de apoyo a dichos oficiales en el desempeño las actividades mencionadas se redactó la “Guía para la Vigilancia Entomológica de uso en las Fuerzas Armadas” (PÉREZ ROMERO y col., 2008), y está elaborándose una Instrucción Técnica para la regulación y protocolización de estas funciones, que permitirá agilizar la obtención de resultados finales a partir de los muestreos realizados.

Los resultados negativos obtenidos en los análisis realizados sobre las hembras de Anophelinae capturadas en este estudio, no permiten suponer que el parásito no esté presente en otros anofelinos de la zona, especialmente teniendo en cuenta que la muestra analizada no ha sido grande debido a la escasez de especímenes.

Hasta la fecha los servicios de Medicina Preventiva de nuestras Fuerzas Armadas, no contaban con una herramienta basada en la vigilancia entomológica que les ofreciese fuentes de información propias en las que basar decisiones sobre medidas de protección del contingente desplegado. El abordaje de un programa como el expuesto desde una óptica multidisciplinar, integrando los diferentes eslabones de que consta en un todo (muestreo

entomológico, identificación del vector, diagnóstico de la infección en el vector, interpretación de los resultados y evaluación del riesgo real, considerando otros aspectos como datos de prevalencia de la enfermedad en la población local y, por último, decisión sobre las medidas preventivas más recomendables), permitirá en futuros despliegues adoptar medidas de protección más precisas y acordes al riesgo real existente.



## **VII. CONCLUSIONES**





1. Se han hallado un total de 9 especies de culícidos en la Base Aérea de Torrejón, estando citadas todas ellas previamente en la Comunidad de Madrid. No se han encontrado culícidos no autóctonos.
2. A excepción de *Cs. longiareolata*, *Cs. subochrea* y *Cx. hortensis*, las demás especies recogidas en esta base deben ser tenidas en consideración dado su interés en salud pública.
3. *Cx. pipiens*, con el 85,78% de las capturas, resultó ser la especie más abundante en la Base de Torrejón, así como la más ubicua, apareciendo en todos los puntos de muestreo. La segunda especie más numerosa fue *Cs. longiareolata*, que supuso el 6,48%.
4. Ha sido confirmada la presencia de anofelinos potenciales transmisores de malaria en el Corredor del Henares, donde se dio un caso de malaria en 2001; concretamente se han hallado las especies *An. claviger* y *An. atroparvus*.
5. Por primera vez se ha desarrollado un programa de vigilancia entomológica en una Zona de Operaciones en la que nuestras Fuerzas Armadas se hallan desplegadas, concretamente en las bases de Herat y Qala i Naw en Afganistán. Dicho programa ha permitido obtener información de interés sanitario para las tropas desplegadas en esta zona.
6. En total se han hallado en las bases de Herat y Qala i Naw 13 especies de culícidos, existiendo diferencias entre ambas:
  - a. En Herat se han hallado 12 especies de culícidos, siendo la más abundante *Cx. theileri* con un 48,31%, seguida por *Cx. pipiens* con el 41,97%. Sin embargo, la primera de ellas apareció de una forma muy focalizada en el tiempo, con presencia solo en uno de

los años de muestreo, mientras que *Cx. pipiens* fue mucho más regular y más ubicua durante todos los periodos de muestreo.

- b. En Qala i Naw se hallaron 5 especies de culícidos; la más abundante fue *Cs. longiareolata* con el 55,1% del total, seguida por *Cx. pipiens* con un 22,45%.

7. De las especies capturadas en Zona de Operaciones, *Cs. annulata*, recogida en Herat, constituye la primera cita de dicha especie en aquel país. El resto de especies ya habían sido descritas previamente, sin embargo, las 5 especies recogidas en Qala i Naw: *Cs. longiareolata*, *Cx. pipiens*, *Cx. hortensis*, *Oc. caspius* y *An. dthali*, pueden considerarse como la primera cita en la provincia de Badghis, al no existir estudios entomológicos previos en dicha provincia.
8. Todas las especies recogidas en Zona de Operaciones, excepto *Cs. longiareolata*, *Cx. hortensis* y *Ur. unguiculata*, deben ser tenidas en consideración por su interés en salud pública, al estar relacionadas con la posible transmisión de patógenos humanos.
9. Factores meteorológicos, en especial la pluviometría, tienen una gran relevancia en el posterior desarrollo de poblaciones de culícidos, sobre todo de algunas especies. La vigilancia de estos factores puede permitir anticipar medidas de control en caso necesario.
10. Factores antropogénicos como la modificación de los biotopos larvarios o el empleo de larvicidas en los lugares de cría, muestran una gran eficacia en el control de las poblaciones de culícidos.
11. Se capturaron durante el estudio en Zona de Operaciones anofelinos potencialmente transmisores de malaria, concretamente *An. hyrcanus* y *An. dthali* cuya presencia, unida a otros factores, debe ser tenida en consideración a la hora de valorar medidas preventivas a adoptar por nuestro contingente.

12. La puesta a punto de una técnica basada en la qPCR para la detección de anofelinos infectados con *Plasmodium* sp. supone la utilización por primera vez de dicha técnica en las zonas de Afganistán donde los contingentes se encuentran desplegados, pudiendo constituir una herramienta valiosa en la evaluación del riesgo de malaria en éste o futuros despliegues de nuestras Fuerzas Armadas.



## **VIII. BIBLIOGRAFÍA**



**Abdur Rab, M., Freeman, T.W., Rahim, S., Durrani, N., Simon-Taha, A., Rowland, M. 2003.** High altitude epidemic malaria in Bamian province, central Afghanistan. *East Mediterr Health J.* 9(3): 232-239.

**Adhami, J., Reiter, P. 1998.** Introduction and establishment of *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* skuse (Diptera: Culicidae) in Albania. *J Am Mosq Control Assoc.* 14(3): 340-343.

**Adimi, F., Soebiyanto, R.P., Safi, N., KianKg, R. 2010.** Towards malaria risk prediction in Afghanistan using remote sensing. *Malar J.* 9:125. Disponible en URL: <http://www.malariajournal.com/content/9/1/125> [consulta: 20-01-2013].

**AEMET (Agencia Estatal de Meteorología), 2012.** Guía resumida del clima en España 1981-2010 [Recurso electrónico]. Disponible en URL: [http://www.aemet.es/es/conocermas/publicaciones/detalles/guia\\_resumida\\_2010](http://www.aemet.es/es/conocermas/publicaciones/detalles/guia_resumida_2010) [consulta: 18-11-2013].

**AEMET (Agencia Estatal de Meteorología). 2013.** Disponible en URL:<http://www.aemet.es/es/noticias/2013/06/climaticoprimavera13> [consulta: 18-11-2013].

**AENA (aeropuertos Españoles y Navegación Aérea). 2013.** Aeropuerto de Madrid-Torrejón. Disponible en URL: <http://www.aena-aeropuertos.es/csee/Satellite/Aeropuerto-Madrid-Torrejon/es/Page/1049125279834//Presentacion.html> [consulta: 27-01-2013].

**AFHSC (Armed Forces Health Surveillance Center). 2011.** Annual Lyme Disease Report. Disponible en URL: <http://www.afhsc.mil/viewDocument?file=VectorBorneReports/LymeDzAnnualReport2002-2011final.pdf> [consulta: 19-11-2012].

**AFPMB (Armed Forces Pest Management Board). 2013.** Contingency Pest and Vector Surveillance. Technical Guide No. 48. Armed Forces Pest Management Board Information Services Division. 108 pp.

**AFPMB (Armed Forces Pest Management Board). 2002.** Guide to Pest Surveillance during Contingency Operations. Technical Guide. Defense Pest Management Information Analysis Center. Walter Reed army Medical Center. 166 pp.

- Allúe Andrade, J.L. 1990.** Atlas fitoclimático de España. Taxonomías. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias). 221 pp.
- Almeida, A.P., Gonçalves, Y.M., Novo, M.T., Sousa, C.A., Melim, M., Gracio, A.J. 2007.** Vector monitoring of *Aedes aegypti* in the Autonomous Region of Madeira, Portugal. *Euro Surveill.* 12(46): pii=3311. Disponible en URL: <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=3311> [consulta: 13-8-12].
- Amerasinghe, F.P., Mukhtar, M., Herrel, N. 2002.** Keys to the Anopheline mosquitoes (Diptera: Culicidae) of Pakistan. *J Med Entomol.* 39(1): 28-35.
- Angelini, R., Finarelli, A.C., Angelini, P., Po, C., Petropulacos, K., Silvi, G., Macini, P., Fortuna, C., Venturi, G., Magurano, F., Fiorentini, C., Marchi, A., Benedetti, E., Bucci, P., Boros, S., Romi, R., Majori, G., Ciufolini, M.G., Nicoletti, L., Rezza, G., Cassone, A. 2007.** Chikungunya in northeaster Italy: a summing up of the outbreak. *Euro Surveill.* 22; 12(11): E071122.2. Disponible en URL: <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=3313> [consulta: 25-07-12].
- Anufrieva, V.N., Koshelev, B.A., Markin, Iul. 1977.** Confirmation of the role of *Anopheles hyrcanus*, Pall, 1771 and *An. Pulcherrimus*, Theo, 1902 in the transmission of tertian malaria in the rice-growing areas of north-eastern Afghanistan [in Russian]. *Med. Parazitol. (Mosk.)*.46(4): 414-416.
- Appawu, M.A., Bosompem, K.M., Dadzie, S., McKakpo, U.S., Anim-Baidoo, I., Dykstra, E., Szumlas, D.E., Rogers, W.O., Koram, K., Fryauff, D.J. 2003.** Detection of malaria sporozoites by standard ELISA and VecTest™ dipstick assay in field-collected anopheline mosquitoes from a malaria endemic site in Ghana. *Trop Med Int Health.* 8(11): 1012-1017.
- Aranda, C., Eritja, R., Roiz, D. 2006.** First record and establishment of the mosquito *Aedes albopictus* in Spain. *Med Vet Entomol.* 20: 150-152.
- Aranda, C., Panyella, O., Eritja, R., Castella, J. 1998.** Canine filariasis. Importance and transmission in the Baix Llobregat area, Barcelona (Spain). *Vet Parasitol.* 77: 267-275.
- Arez, A.P., Lopes, D., Pinto, J., Franco, A.S., Snounou, G., do Rosário, V.E. 2000.** *Plasmodium* sp.: optimal protocols for PCR detection of low parasite



numbers from mosquito (*Anopheles* sp.) samples. *Exp Parasitol.* 94(4): 269-272.

**Ashford, R.W. 2001.** Phlebotomus fevers. En *The Encyclopedia of Arthropod-transmitted Infections*. Edited by M.W. Service: 397-401.

**ATAG (Air Transport Action Group). 2013.** Disponible en URL: <http://www.atag.org/> [consulta: 06-01-14].

**Australian Government (Department of Agriculture, Fisheries and Forestry). 2010.** Schedule of Aircraft Disinsection Procedures. Disponible en URL: <http://www.daff.gov.au/aqis/avm/aircraft/disinsection/procedures> [consulta: 13-09-2012].

**Azari-Hamidian, S., Abai, M.R., Ladonni, H., Vatandoost, H., Akbarzadeh, K. 2006.** *Anopheles peditaeniatus* (Leicester) new to the Iranian mosquito fauna with notes on *Anopheles hyrcanus* group in Iran. *J Am Mosq Control Assoc.* 22(1):144-146.

**Baker, B.C., Croft, A.M., Winfield, C.R. 2004.** Hospitalisation Due To Lyme Disease: Case Series In British Forces Germany. *J R Army Med Corps.* 150: 182-186.

**Bangs, M.J., Rusmiarto, S., Gionar, Y.R., Chan, A.S., Dave, K., Ryan, J.R. 2002.** Evaluation of a dipstick malaria sporozoite panel assay for detection of naturally infected mosquitoes. *J Med Entomol.* 39(2): 324-330.

**Barrett, P.J., Emmins, P.D., Clarke, P.D., Bradley, D.J. 1996.** Comparison of adverse events associated with use of mefloquine and combination of chloroquine and proguanil as antimalarial prophylaxis: postal and telephone survey of travellers. *BMJ.* 313(7056): 525-528.

**Bataille, A., Cunningham, A.A., Cedeño, V., Cruz, M., Eastwood, G., Fonseca, D.M., Causton, C.E., Azuero, R., Loayza, J., Cruz Martínez, J.D., Goodman, S.J. 2009.** Evidence for regular ongoing introductions of mosquito disease vectors into the Galapagos Islands. *Proc. R. Soc. B.* 276, 3769–3775.

**Becker, N., Huber, K., Pluskota, B., Kaiser, A. 2011a.** *Ochlerotatus japonicus japonicus* – a newly established neozoon in Germany and arevised list of the German mosquito fauna. *Eur Mos Bull.* 29: 88-102.

**Becker, N., Petric, D., Zgomba, M., Boase, C., Madon, M., Dahl, C., Kaiser A. 2010.** Mosquitoes and their control. Springer, Heidelberg, Dordrecht, New York, 577 pp.

- Becker, N., Hoffmann, D. 2011b.** First record for *Culiseta longiareolata* (Macquart) for Germany. *Eur Mos Bull.* 29:143-150.
- Beerntsen, B.T., James, A.A., Christensen, B.M. 2000.** Genetics of mosquito vector competence. *Microbiol Mol Biol Rev.* 64(1):115-137.
- Beier, J.C. 1998.** Malaria parasite development in mosquitoes. *Annu Rev Entomol.* 43: 519-543.
- Beier, J.C., Koros, J.K. 1991.** Anatomical dissemination of circumsporozoite protein in wild Afrotropical Anopheles affects malaria sporozoite rate determination by ELISA. *Med Vet Entomol.* 5(1):81-85.
- Benedict, M.Q., Levine, R.S., Hawley, W.A., Lounibos, L.P. 2007.** Spread of the Tiger: Global Risk of Invasion by the Mosquito *Aedes albopictus*. *Vector Borne Zoonotic Dis.* 7(1): 76–85.
- Brisson, M., Brisson, P. 2012.** Compliance with antimalaria chemoprophylaxis in a combat zone. *Am J Trop Med Hyg.* 86(4): 587-590.
- Brooker, S., Leslie, T., Kolaczinski, K., Mohsen, E., Mehboob, N., Saleheen, S., Khudonazarov, J., Freeman, T., Clements, A., Rowland, M., Kolaczinski, J. 2006.** Spatial epidemiology of *Plasmodium vivax*, Afghanistan. *Emerg Infect Dis.* 12(10): 1600-1602.
- Brown, E.B.E., Adkin, A., Fooks, A.R., Stephenson, B., Medlock, J.L., Snary, E.L. 2012.** Assessing the Risks of West Nile Virus-Infected Mosquitoes from Transatlantic Aircraft: Implications for Disease Emergence in the United Kingdom. *Vector Borne Zoonotic Dis.* 12(4): 310-319.
- Bruce-Chwatt, L.J. 1985.** Mosquitoes, Malaria and War; Then and Now. *JR Army Med Corps.* 131: 85-99.
- Bueno Marí, R., Chordá Olmos, F.A., Bernués Bañeres, A., Jiménez Peydró, R. 2009.** Aportaciones al conocimiento de los mosquitos (*Diptera: Culicidae*) de alta montaña en la Península ibérica. *Pirineos.* 164: 49-68.
- Bueno Marí, R., Bernués Bañeres, A., Jiménez Peydró, R. 2012.** Updated checklist and distribution maps of mosquitoes (*Diptera: Culicidae*) of Spain. *Eur Mosq Bull.* 30:91-126.
- Bueno Marí, R. 2010a.** Bioecología, diversidad e interés de los Culícidos mediterráneos (*Diptera: Culicidae*). Tesis Doctoral. Universitat de Valencia. 427pp.

- Bueno Marí, R., Jiménez Peidró, R. 2010b.** ¿Pueden la malaria y el dengue reaparecer en España? *Gac. Sanit.* 24(4): 347-353.
- Burkett, D.A., Knight, R., Dennett, J.A., Sherwood, V., Rowton, E., Coleman, R.E. 2007.** Impact of phlebotomine sand flies on U.S. military operations at Tallil Air Base, Iraq: 3. Evaluation of surveillance devices for the collection of adult sand flies. *J Med Entomol.* 44(2): 381-384.
- Burkot, T.R., Graves, P.M. 2004.** Malaria, Babesiosis, Theileriosis and Related Diseases. En *Medical Entomology*, revised edition. Edited by B.F. Eldridge & J.D. Edman. Kluwer Academic Publishers: 187-230.
- Burnette, W.N., Hoke, C.H. Jr., Scovill, J., Clark, K., Abrams, J., Kitchen, L.W., Hanson, K., Palys, T.J., Vaughn, D.W. 2008.** Infectious diseases investment decision evaluation algorithm: a quantitative algorithm for prioritization of naturally occurring infectious disease threats to the U.S. military. *Mil Med.* 173 (2): 174-181.
- Busquets, N., Alba, A., Allepuz, A. Aranda, C., Núñez, J.I. 2008.** Usutu Virus sequences in *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae), Spain. *Emerging Infectious Diseases*, 14(5): 861-862.
- Camargo, J. A.(ed.); 2006.** Ecología y Conservación del Río Henares y sus Tributarios. Ed. Universidad de Alcalá de Henares, Madrid. 233 pp.
- Caminade, C., Medlock, J.M., Ducheyne, McIntyre, K.M., Leach, S., Matthew Baylis, M., Morse, A.P. 2012.** Suitability of European climate for the Asian tiger mosquito *Aedes albopictus*: recent trends and future scenarios. *J R Soc Interface.* 9(75): 2708-2717.
- Cancrini, G., Frangipane di Regalbono, A., Ricci, I., Tessarin, C., Gabrielli, S., Pietrobelli, M. 2003a.** *Aedes albopictus* is a natural vector of *Dirofilaria immitis* in Italy. *Vet Parasitol.* 118: 195-202.
- Cancrini, G., Romi, R., Gabrielli, S., Toma, L., Di Paolo, M., Scaramozzino, P. 2003b.** First finding of *Dirofilaria repens* in a natural population of *Aedes albopictus*. *Med Vet Entomol.* 17(4): 448-451.
- Cancrini, G., Pietrobelli, M., Frangipane Di Regalbono, A., Tampieri, M.P. 1997.** Mosquitoes as Vectors of *Setaria labiatopapillosa*. *International Journal for Parasitology.* 27(9): 1061-1064.
- Carter, R., Mendis, K.N. 2002.** Evolutionary and historical aspects of the burden of malaria. *Clin Microbiol Rev.* 15(4): 564-594.

- CDC (Centers for Disease Control and Prevention). 2009.** Mosquito species producing West Nile positives by year. Disponible en: [www.cdc.gov/ncidod/dvbid/westnile/mosquitospecies.htm](http://www.cdc.gov/ncidod/dvbid/westnile/mosquitospecies.htm). [consulta: 12-8-12].
- CDC (Centers for Disease Control and Prevention). 2003.** Cutaneous leishmaniasis in U.S. military personnel---Southwest/Central Asia, 2002–2004. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 53: 264–265.
- Christophers, S.R. 1915.** *An Indian Tree-Hole Breeding Anopheles A. barianensis* James=A. (Coelodiazesis) *plumbeus*, Haliday. *Indian Journal of Medical Research.* III(3): 489-496.
- CIFAS (Centro de Inteligencia de las Fuerzas Armadas). 2009.** Manual de Área de Afganistán. Apéndice (RC-W).
- Clavero G. 1946.** Aedinos de España. *Rev San Hig Publ.* 20: 1205-1232.
- Colacicco-Mayhugh, M.G., Hughes, T., Larson, R., Gosine, S., Diclaro, J., Dunford, J. 2012.** Military entomology in Operation Enduring Freedom, 2010-2011. *US Army Med Dep J.* Jul-Sep: 29-35.
- Coleman, R.E., Hochberg, L.P., Putnam, J.L., Swanson, K.I., Lee, J.S., McAvin, J.C., Chan, A.S., Oguinn, M.L., Ryan, J.R., Wirtz, R.A., Moulton, J.K., Dave, K., Faulde, M.K. 2009a.** Use of vector diagnostics during military deployments: recent experience in Iraq and Afghanistan. *Mil Med.* 174(9): 904-920.
- Coleman, R.E., Burkett, D.A., Putnam, J.L., Sherwood, V., Caci, J.B., Jennings, B.T., Hochberg, L.P., Spradling, S.L., Rowton, E.D., Blount, K., Ploch, J., Hopkins, G., Raymond, J.L., O'Guinn, M.L., Lee, J.S., Weina, P.J. 2006.** Impact of phlebotomine sand flies on U.S. Military operations at Tallil Air Base, Iraq: 1. background, military situation, and development of a "Leishmaniasis Control Program". *J Med Entomol.* 43(4): 647-662.
- Coleman, R.E., Hochberg, L.P., Swanson, K.I., Lee, J.S., McAvin, J.C., Moulton, J.K., Eddington, D.O., Groebner, J.L., O'Guinn, M.L., Putnam, J.L. 2009b.** Impact of phlebotomine sand flies on U.S. military operations at Tallil Air Base, Iraq: 4. Detection and identification of leishmania parasites in sand flies. *J Med Entomol.* 46(3): 649-663.
- Collins, L.E., Blackwell, A. 2000.** The biology of Toxorhynchites mosquitoes and their potential as biocontrol agents. *Biocontrol News and Information.* 21: 105–116.

- Collins, F.H., Sakai, R.K., Vernick, K.D., Paskewitz, S., Seeley, D.C., Miller, L.H., Collins, W.E., Campbell, C.C., Gwadz, R.W. 1986.** Genetic selection of a *Plasmodium*-refractory strain of the malaria vector *Anopheles gambiae*. *Science*. 234(4776): 607-610.
- Collins, W.E., Warren, M., Galland, G.G. 1999.** Studies on infections with the Berok strain of *Plasmodium cynomolgi* in monkeys and mosquitoes. *J Parasitol*. 85(2): 268-272.
- Cuadros, J., Calvente, M.J., Benito, A., Arévalo, J, Calero, M.A., Segura, J., Rubio, J.M. 2002.** *Plasmodium ovale* malaria acquired in central Spain. *Emerging Infectious Diseases*. 8(12): 1506-1508.
- Dalla Pozza, G., Majori, G.1992.** First record of *Aedes albopictus* establishment in Italy. *J. Am. Mosq. Control Assoc*. 8: 318-320.
- Daneshvar, C., Davis, T.M., Cox-Singh, J., Rafa'ee, M.Z., Zakaria, S.K., Divis, P.C., Singh, B. 2009.** Clinical and laboratory features of human *Plasmodium knowlesi* infection. *Clin Infect Dis*.49(6): 852-60. doi: 10.1086/605439.
- Danilov, V.N. 1985.** Mosquitoes (Diptera, Culicidae) of Afghanistan. 1. Classification table for females. *Med Parazitol (Mosk)*.2: 67-72. [in Russian].
- Danis, M., Mouchet, M., Giacomini, T., Guillet, P., Legros, F., Belkaïd, M.1996.** [Paludismo autóctono y paludismo introducido en Europa.] *Médecine et Maladies Infectieuses*. 26: 393-396 (en francés).
- Del Río Lafuente, I., Rodríguez Moya, J. 2009.** Áreas metropolitanas en transformación. Presente y futuro del Corredor del Henares en el área funcional madrileña. *Anales de Geografía*. 29(1): 139-165.
- Delacour-Estrella, S., Collantes, F., Ruiz-Arrondo, I., Alarcón-Elbal, P.M., Delgado, J.A., Eritja, R., Bartumeus, F., Oltra, A., Palmer, J.RB., Lucientes, J. 2014.** Primera cita de mosquito tigre, *Aedes albopictus* (Diptera, Culicidae), para Andalucía y primera corroboración de los datos de la aplicación Tigatrapp. *Anales de Biología*. 36: 93-96.
- Delfini, L.F. 1989.** The first case of *Plasmodium falciparum* resistant to chloroquine treatment discovered in the Republic of Afghanistan. *Trans R Soc Trop Med Hyg*. 83(3): 316.
- Demeulemeester, J., Deblauwe, I., De Witte, J., Jansen, F. Hendy, A., Madder, M. 2014.** First interception of *Aedes (Stegomyia) albopictus* in Lucky

bamboo shipments in Belgium. *Journal of the European Mosquito Control Association*. 32: 14-16.

**Derraik, J.G. 2004.** Exotic mosquitoes in New Zealand: A review of species intercepted, their pathways and ports of entry. *Aust N Z J Public Health*. Oct, 28(5): 433-444.

**Deubel, V., Zeller, H. 2001.** West Nile Virus. En *The Encyclopedia of Arthropod-transmitted Infections*. Edited by M.W. Service: 563-570.

**DISAN (Dirección de Sanidad), 2010.** Normas para la Desinfección y Desinsectación de Aeronaves procedentes de Áreas de Riesgo. Ejército del Aire. Ministerio de Defensa.

**Djadid, N.D., Jazayeri, H., Gholizadeh, S., Rad, Sh.P., Zakeri, S. 2009.** First record of a new member of *Anopheles* Hyrcanus Group from Iran: molecular identification, diagnosis, phylogeny, status of kdr resistance and *Plasmodium* infection. *J Med Entomol*. 46(5): 1084-1093.

**Douglas, K.O., Kilpatrick, A.M., Levett, P.N., Lavoie, M.C. 2007.** A quantitative risk assessment of West Nile virus introduction into Barbados. *West Indian Med J*. 56: 94-397.

**Durden, L.A., Mullen, G.R. 2009.** Introduction. En *Medical and Veterinary Entomology*, second edition. Edited by G.R. Mullen & L.A. Durden. Academic Press: 1-12.

**ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control) 2013a.** Environmental risk mapping: *Aedes albopictus* in Europe. Disponible en: <http://www.ecdc.europa.eu/en/publications/publications/climate-change-environmental-risk-mapping-aedes.pdf> [consulta: 06-01-14].

**ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control) 2012.** Guidelines for the surveillance of invasive mosquitoes in Europe. Technical Report. Disponible en: <http://ecdc.europa.eu/en/publications/publications/ter-mosquito-surveillance-guidelines.pdf>.

**ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control) 2013b.** Guidelines for the surveillance of native mosquitoes in Europe. Technical Report. Disponible en: <http://www.ecdc.europa.eu/en/publications/Publications/surveillance-of%20native-mosquitoes%20guidelines.pdf>.

- Eldridge, B.F., Edman J.D. 2004.** Introduction to Medical Entomology. En Medical Entomology, revised edition. Edited by B.F. Eldridge & J.D. Edman. Kluwer Academic Publishers: 1-12.
- Ellis, S.B., Appenzeller, G., Lee, H., Mullen, K., Swenness, R., Pimentel, G., Mohareb, E., Warner, C. 2008.** Outbreak of sandfly fever in central Iraq, September 2007. *Mil Med.* 173(10): 949-953.
- Encinas Grandes A.1982.** Taxonomía y biología de los mosquitos del área salmantina (Diptera, Culicidae). CSIC- Ed. Universidad de Salamanca, 437 pp.
- Endy, T.P., Thomas, S.J., Lawler, J.V. 2005.** History of U.S. military contributions to the study of viral hemorrhagic fevers. *Mil Med.* 170 (4 Suppl): 77-91.
- Enserink, M. 2008.** A mosquito goes global. *Science.* 320: 864-866.
- Eshghy, N., Nushin, M.K. 1978.** Insecticide resistance of *Anopheles culicifacies* in the province of Helmand, Southwest Afghanistan, 1976. *Mosquito News.* 38: 97-101.
- Ewing, S.A. 2001.** Ehrlichiosis. En The Encyclopedia of Arthropod-transmitted Infections. Edited by M.W. Service: 159-162.
- Faulde, M.K., Hoffmann, R., Fazilat, K.M., Hoerauf, A. 2008.** Epidemiology of *Plasmodium falciparum* and *P. vivax* malaria endemic in northern Afghanistan. *J Egypt Soc Parasitol.* 38(3): 679-692.
- Faulde, M.K., Hoffmann, R., Fazilat, K.M., Hoerauf, A. 2007.** Malaria Reemergence in Northern Afghanistan. *Emerg. Infect. Dis.* 13(9): 1402-1404.
- Fernández Astasio, B. 2002.** La erradicación del Paludismo en España: aspectos biológicos de la lucha antipalúdica. Tesis doctoral. Departamento de Biología Celular. Facultad de Ciencias Biológicas: Universidad Complutense de Madrid (Madrid-España), 436 pp.
- Fernández-Rubio, F., Moreno Fernández-Caparrós, L., Soriano Hernando, O. 2011.** Artrópodos en Medicina y Veterinaria 2ª ed. Ministerio de Defensa. 591 pp.
- Flacio E, Lüthy P, Patocchi N, Guidotti F, Tonolla M, Peduzzi R. 2004.** Primo ritrovamento di *Aedes albopictus* in Svizzera. *Bollettino della Società ticinese di Scienze Naturali.* 92: 141-142.

- Foster, W.A., Walker, E.D. 2009.** Mosquitoes (Culicidae). En *Medical and Veterinary Entomology*, second edition. Edited by G.R. Mullen & L.A. Durden. Academic Press: 207-259.
- Franco-Paredes, C., Santos-Preciado, J.I. 2006.** Problem pathogens: prevention of malaria in travellers. *Lancet Infect Dis.* 6(3): 139-149.
- Freier, J.E., Beier, J.C. 1984.** Oral and transovarial transmission of La Crosse virus by *Aedes atropalpus*. *Am J Trop Med Hyg.* 33(4): 708-714.
- Gatt, P., Deeming, J.C., Schaffner, F. 2009.** First records of *Aedes* (Stegomyia) *albopictus* in Malta. *Eur Mos Bull.* 27: 56-64.
- Gayer, M., Legros, D., Formenty, P., Connolly, M.A. 2007.** Conflict and Emerging Infectious Diseases. *Emerg Infect Dis.* 13(11): 1625-1631.
- Gething, P.W., Patil, A.P., Smith, D.L., Guerra, C.A., Elyazar, I.R., Johnston, G.L., Tatem, A.J., Hay, S.I. 2011.** A new world malaria map: *Plasmodium falciparum* endemicity in 2010. *Malar J.* 20; 10:378. doi: 10.1186/1475-2875-10-378.
- Gething, P.W., Elyazar, I.R., Moyes, C.L., Smith, D.L., Battle, K.E., Guerra, C.A., Patil, A.P., Tatem, A.J., Howes, R.E., Myers, M.F., George, D.B., Horby, P., Wertheim, H.F., Price, R.N., Müller, I., Baird, J.K., Hay, S.I. 2012.** A long neglected world malaria map: *Plasmodium vivax* endemicity in 2010. *PLoS Negl Trop Dis.* 6(9):e1814. doi: 10.1371/journal.pntd.0001814.
- Giacomini, T., Brumpt, L.C. 1989.** [Difusión pasiva de *Anopheles* en medios de transporte, papel en la transmisión del paludismo (análisis histórico).] *Revue Histoire Pharmacie.* 36 (281/282): 164-172 (en francés).
- Giatropoulos, A., Emmanouel, N., Koliopoulos, G., Michaelakis, A. 2012.** A study on distribution and seasonal abundance of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) population in Athens, Greece. *J Med Entomol.* 49(2): 262-269.
- Gillies, M.T., De Meillon, B. 1968.** The Anophelinae of Africa south of the Sahara (Ethiopian Zoogeographical Region). *Publications of the South African Institute for Medical Research* 54: 1–343.
- Gjenero-Margan, I., Aleraj, B., Krajcar, D., Lesnikar, V., Klobučar, A., Pem-Novosel, I., Kurečić-Filipović, S., Komparak, S., Martić, R., Duričić, S., Betica-Radić, L., Okmadžić, J., Vilibić-Čavlek, T., Babić-Erceg, A., Turković, B., Avsić-Županc, T., Radić, I., Ljubić, M., Sarac, K., Benić, N.,**



- Mlinarić-Galinović, G. 2011.** Autochthonous Dengue fever in Croatia, August-September 2010. *Euro Surveill.* 16(9):pii=19805. Disponible en URL: <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=19805>. [Consulta: 25-07-12]
- Glick, J.I. 1992.** Illustrated key to the *Anopheles* female of Southwestern Asia and Egypt. (Diptera: Culicidae). *Mosq. Syst.* 24: 125-153.
- Gould, E. A., Gallian, P., de Lamballerie, X., Charrel, R. N. 2010.** First cases of autochthonous Dengue fever and chikungunya fever in France: from bad dream to reality. *Clin Microbiol Infect.* 16(12): 1702-1704.
- Gramiccia, G. 1956.** *Anopheles claviger* in the Middle East. *Bull. Wld. Hlth. Org.* 15 (3-5): 816-821.
- Grandadam, M., Caro, V., Plumet, S., Thiberge, J.M., Souarès, Y., Failloux, A.B., Tolou, H.J., Budelot, M., Cosserat, D., Leparc-Goffart, I., Desprès, P. 2011.** Chikungunya virus, southeastern France. *Emerg Infect Dis.* 17(5): 910–913.
- Gratz, N.G., Steffen, R., Cocksedge, W. 2000.** Why aircraft disinsection? *Bull. Wld. Hlth. Org.* 78, 995-1004.
- Grieve, R.B., Lok, J.B., Glickman, L.T. 1983.** Epidemiology of canine heartworm infection. *Epidemiol Rev.* 5: 220-246.
- Griffits, T.H.D., Griffits, J.J. 1931.** Mosquitoes transported by airplanes. Staining methods used in determining their importation. *United States Public Health Service Public Health Report.* 46: 2775-2782.
- Gubler, D.J. 2008.** The global threat of emergent / reemergent vector-borne diseases. En: Lemon, S.M., Sparling, P.F., Hamburg, M.A., Relman, D.A., Choffnes, E.R., Mack, A. Vector-Borne diseases: understanding the environmental, human health, and ecological connections, Workshop Summary. Washington: The National Academy Press. p. 43-64.
- Guerra, C.A., Howes, R.E., Patil, A.P., Gething, P.W., Van Boeckel, T.P., Temperley, W.H., Kabaria, C.W., Tatem, A.J., Manh, B.H., Elyazar, I.R.F., Baird, J.K., Snow, R.W. and Hay, S.I. 2010.** The international limits and population at risk of *Plasmodium vivax* transmission in 2009. *PLoS Negl Trop Dis.* 3;4(8):e774.doi: 10.1371/journal.pntd.0000774.

- Guillet, P., Germain, M.C., Giacomini, T., Chandre, F., Akogbeto, M., Faye, O., Kone, A., Manga, L., Mouchet, J. 1998.** Origin and prevention of airport malaria in France. *Tropical Medicine and International Health*. 3(9): 700-705.
- Hanafi-Bojd, A.A., Azari-Hamidian, S., Vatandoost, H., Charrahy, Z. 2011.** Spatio-temporal distribution of malaria vectors (Diptera: Culicidae) across different climatic zones of Iran. *Asian Pac J Trop Med*. 4(6): 498-504.
- Halgos, J., Benkova, I. 2004.** First record of *Anopheles hyrcanus* (Diptera: Culicidae) from Slovakia. *Biologia (Sect Zool)*. 59(15): 68.
- Harbach, R.E., Howard, T. M. 2007.** Index of currently recognized mosquito species (Diptera: Culicidae). *Eur Mosq Bull*. 23: 1-66.
- Harbach, R.E. 2004.** The classification of genus *Anopheles* (Diptera: Culicidae): a working hypothesis of phylogenetic relationships. *Bulletin of Entomological Research*. 94: 537–553.
- Harbach R.E. 1985.** Pictorial keys to the genera of mosquitoes, subgenera of *Culex* and the species of *Culex* (*Culex*) occurring in southwestern Asia and Egypt, with a note on the subgeneric placement of *Culex deserticola* (Diptera: Culicidae). *Mosq. Syst*. 17: 83-107.
- Harbach R.E. 1988.** The mosquitoes of the subgenus *Culex* in Southwestern Asia and Egypt (Diptera: Culicidae). Contributions of the American Entomological Institute, 24(1): 240 pp.
- Harrison, B.A. 1972.** A New Interpretation of Affinities within the *Anopheles hyrcanus* Complex of Southeast Asia. *Mosquito Systematics* 4: 73–83.
- Harrison, B.A., Scanlon, I.E. 1975.** Medical entomology studies II. The subgenus *Anopheles* in Thailand (Diptera: Culicidae). *Contrib Am Entomol Inst*. 12: 1-307.
- Highton, R.B., Van Someren, E.C.C. 1970.** The transportation of mosquitoes between international airports. *Bulletin of the World Health Organization*. 42: 334-335.
- Hopperus Buma, A.P., van Thiel, P.P., Lobel, H.O., Ohrt, C., van Ameijden, E.J., Veltink, R.L., Tendeloo, D.C., van Gool, T., Green, M.D., Todd, G.D., Kyle, D.E., Kager, P.A. 1996.** Long-term malaria chemoprophylaxis with mefloquine in Dutch marines in Cambodia. *J Infect Dis*. 173(6): 1506-1509.
- Hughes, J.H. 1961.** Mosquito interceptions and related problems in aerial traffic arriving in the United States. *Mosquito News*. 21(2): 93-100.

**IGESAN (Inspección General de Sanidad de la Defensa). 2007.** Instrucción Técnica Sanitaria sobre Limpieza, Desinfección y Desinsectación de vehículos, Material y Personal en TN y ZO. Subsecretaría de Defensa. Ministerio de Defensa.

**ISAF (International Security Assistance Force). 2010.** Malaria Risk and Prevention Recommendation for 2010 in Afghanistan. Medical Adviser CJMED NATO Restricted.

**ISAF (International Security Assistance Force). 2011.** Allied Command Operations Medical Summary. November – December 2010. NATO Unclassified.

**ISSG (Invasive Species Specialist Group). 2009.** Global Invasive species Database-Aedes albopictus. <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=109&fr=1&sts=sss&lang=EN> [consulta: 2012-10-07]

**Isaacson, M. 1989.** Airport malaria: A review. *Bulletin of the World Health Organization*. 67(6): 737-743.

**Iyengar, M.O. 1954.** Vector of malaria in Kabul, Afghanistan. *Trans R Soc Trop Med Hyg*. 48 (4): 319-324.

**James, S.P., Liston, W.G. 1911.** A Monograph of the Anopheline Mosquitoes of India. 125 pp.

**Jeffery, K., Smart, M.A. 1997.** History of Chemical and Biological Warfare: An American Perspective. En Medical Aspects of Chemical and Biological Warfare. Edited by Sidell, F.R., Takafuji, E.T., Franz, D.R. Washington DC, Borden Institute, Walter Reed Army Medical Center, Department of the Army, United States of America: 9-86.

**Jelinek, T. Dobler, G., Nothdurft, H.D. 1998.** Evidence of Dengue virus infection in a German couple returning from Hawaii. *J Travel Med*. 5: 44-45.

**Joy, R.J. 1999.** Malaria in American troops in the South and Southwest Pacific in World War II. *Med Hist*. 43(2): 192–207.

**Juliano, S.A., Lounibos, L.P. 2005.** Ecology of invasive mosquitoes: effects on residentspecies and on human health. *Ecology letters*. 8: 558–574.

**Kaufmann, C., Briegel, H. 2004.** Flight performance of the malaria vectors *Anopheles gambiae* and *Anopheles atroparvus*. *J Vector Ecol*. 29(1): 140-153.

- Keene, D.D., Tong, J.L., Roughton, S., Fadden, S.J. 2012.** Anti-malarial chemoprophylaxis following evacuation from Afghanistan. *J R Army Med Corps*. 158(1): 38-40.
- Keshishyan, M.N. 1939.** Discovery of *A. bariensis* James in Tajikistan. *Med. Parazit. Parazit. Bolezni* 8: 60–71 [in Russian].
- Kilpatrick, A.M., Daszak, P., Goodman, S.J., Rogg, H., Kramer, L.D., Cedeño, V., Cunningham, A.A. 2006.** Predicting pathogen introduction: West Nile virus spread to Galapagos. *Conserv Biol*. 20(4): 1224-1231.
- Kilpatrick, A.M., Gluzberg, Y., Burgett, J., Daszak, P. 2004.** Quantitative risk assessment of the pathways by which West Nile virus could reach Hawaii. *EcoHealth*. 1: 205-209.
- Kilpatrick, A.M., Kramer, L.D., Campbell, S.R., Alleyne, E.O., Dobson, A.P., Daszak, P. 2005.** West Nile virus risk assessment and the bridge vector paradigm. *Emerg Infect Dis*. 11: 425–429.
- Klobučar, A., Merdić, E., Benić, N., Baklaić, Ž., Krčmar, S. 2006.** First record of *Aedes albopictus* in Croatia. *Journal of the American Mosquito Control Association*. 22(1): 147–148.
- Knight, K.L., Stone, A. 1977.** A Catalog of the Mosquitoes of the World (Diptera: Culicidae). 2<sup>nd</sup> ed. The Thomas Say Foundation, Entomological Society of America, Maryland. 611 pp.
- Kolaczinski, J., Graham, K., Fahim, A., Brooker, S., Rowland, M. 2005.** Malaria control in Afghanistan: progress and challenges. *Lancet*. 365(9469): 1506-1512.
- Kotwal, R.S., Wenzel, R.B., Sterling, R.A., Porter, W.D., Jordan, N.N., Petrucci, B.P. 2005.** An outbreak of malaria in US Army Rangers returning from Afghanistan. *JAMA*. 293(2): 212-216.
- Labuda, L. 2001.** Tahyna virus. En *The Encyclopedia of Arthropod-transmitted Infections*. Edited by M.W. Service: 563-570.
- Lacasa Navarro, J., Melero Alcívar, R., Molina Moreno, R., Presa Díaz, M.J., Alcón Felipe, A., Pérez Romero, A. 2010.** Muestreo entomológico en zona de operaciones: ensayo piloto en la base de apoyo avanzado de Herat (Afganistán). *Sanid. Mil*. 66 (3): 163-166.
- La Ruche, G., Souarès, Y., Armengaud, A., Peloux-Petiot, F., Delaunay, P., Desprès, P., Lenglet, A., Jourdain, F., Leparac-Goffart, I., Charlet, F., Ollier,**

- L., Mantey, K., Mollet, T., Fournier, J.P., Torrents, R., Leitmeyer, K., Hilairet, P., Zeller, H., Van Bortel, W., Dejour-Salamanca, D., Grandadam, M., Gastellu-Etchegorry, M. 2010.** First two autochthonous Dengue virusinfections in metropolitan France, September 2010. *Euro Surveill.* 15(39):pii=19676. Disponible en URL: <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=19676>. [Consulta: 25-07-12]
- Laird, M. 1948.** Reactions of mosquitoes to the aircraft environment. *Transactions of the Royal Society of New Zealand.* 77(1): 93-114.
- Latorre Estivalis, J.M. 2010.** Estudio multidisciplinar del riesgo de reaparición de malaria en España. Tesis Doctoral. Facultad de Farmacia. Universitat de Valencia. 360 pp.
- Latrofa, M.S., Montarsi, F., Ciocchetta, S., Annoscia, G., Dantas-Torres, F., Ravagnan, S., Capelli, G., Otranto, D. 2012.** Molecular xenomonitoring of *Dirofilaria immitis* and *Dirofilaria repens* in mosquitoes from north-eastern Italy by real-time PCR coupled with melting curve analysis. *Parasit Vectors.* 5: 76. Disponible en URL: <http://www.parasitesandvectors.com/content/5/1/76>. [consulta: 01-10-2012].
- Lebl, K., Nischler, E.M., Walter, M., Brugger, K., Rubel, F. 2013.** First record of the disease vector *Anopheles hyrcanus* in Austria. *J Am Mosq Control Assoc.* 29(1): 59-60.
- Leslie, T., Mohammed, N., Omar, H., Rasheed, H.U., van der Vorst, F., Sediqi, A.M. 2009a.** Malaria sentinel surveillance in Afghanistan. *Afghanistan Annual Malaria Journal.* 114-128.
- Leslie, T., Mohammed, N., Rahman, H., Abdullah, A., Rauf, A., Rowland, M. 2009b.** Vector Surveillance in Nangahar Province, Afghanistan; June-October 2008. *Afghanistan Annual Malaria Journal.* 129-141.
- Lewis, R.E. 1998.** Resume of the Siphonaptera (Insecta) of the World. *J Med Entomol.* 35(4): 377-389.
- Ligon, B.L. 2006.** Plague: A Review of its History and Potential as a Biological Weapon. *Semin Pediatr Infect Dis.* 17:161-170.
- Lochouarn, L., Fontenille, D. 1999.** ELISA detection of malaria sporozoites: false-positive results in *Anopheles gambiae* s.l. associated with bovine bloodmeals. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 93(1): 101-102.

- López Sánchez, S. 1989.** Control integral de mosquitos en Huelva. Junta de Andalucía. Consejería de Salud y Servicios Sociales. 340 pp.
- López-Vélez, R., Molina Moreno, R. 2005.** Cambio Climático en España y Riesgo de Enfermedades Infecciosas y Parasitarias Transmitidas por Artrópodos y Roedores. *Rev Esp Salud Publica*. 79(2): 177-190.
- Lounibos, L.P. 2002.** Invasions by insect vectors of human disease. *Annu. Rev. Entomol.* 47: 233-266.
- Lusina, D., Legros, F., Estève, V., Klerlein, M., Giacomini, T. 2000.** Airport malaria: four new cases in suburban Paris during summer 1999. *Euro Surveill.* 5(7):17. Disponible en URL: [www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=17](http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=17). [Consulta: 15-04-12].
- McGovern, T.W., Friedlander, A.M. 1997.** Plague. En *Medical Aspects of Chemical and Biological Warfare*. Edited by Sidell, F.R., Takafuji, E.T., Franz, D.R. Washington DC, Borden Institute, Walter Reed Army Medical Center, Department of the Army, United States of America: 479-502.
- Mafart, B., Brisou, P., Bertherat, E. 2004.** Plague outbreaks in the Mediterranean area during the 2nd World War, epidemiology and treatments. *Bull Soc Pathol Exo.* 97(4): 306-310.
- Malaria Research and Reference Resource Center (MR4). 2007.** Methods in *Anopheles* Research.
- Manguin, S., Carnevale, P., Mouchet, J., Coosemans, M., Julvez, J., Richard-Lenoble, D., Sircoulon, J. 2008.** Biodiversity of Malaria in the World. John Libbey Eurotext (Paris). 428pp.
- Mangold, K.A., Manson, R.U., Koay, E.S., Stephens, L., Regner, M., Thomson, R.B. Jr., Peterson, L.R., Kaul, K.L. 2005.** Real-time PCR for detection and identification of *Plasmodium* sp. *J Clin Microbiol.* 43(5): 2435-2440.
- Manouchehri, A.V., Rohani, F. 1975.** Notes on the ecology of *Anopheles dthali* Patton in southern Iran. *Ann Trop Med Parasitol.* 69(3): 393-397.
- Manouchehri, A.V., Djanbakhsh, B., Eshghi, N. 1976.** The biting cycle of *Anopheles dthali*, *A. fluviatilis* and *A. stephensi* in southern Iran. *Trop Geogr Med.* 28(3): 224-227.

- Manouchehri, A.V., Ghiasseddin, M., Shahgudian, E.R. 1972.** *Anopheles dthali* Patton, 1905, a new secondary vector in southern Iran. *Ann Trop Med Parasitol.* 66(4): 537-538.
- Marchant, P., Eling, W., van Gemert, G-J., Leake, C.J., Curtis, C.F. 1998.** Could British Mosquitoes Transmit Falciparum Malaria? *Parasitology Today.* 14(9): 344-345.
- Medlock, J.M., Hansford, K.M., Shaffner, F., Versteirt, V., Hendrickx, G., Zeller, H., Bortel, W.V. 2012.** A Review of the Invasive Mosquitoes in Europe: Ecology, Public Health Risks, and Control Options. *Vector Borne Zoonotic Dis.* 12 (4): 435-447.
- Melero Alcívar, R. 2004.** Biología y fenología de los Culicinae (Diptera: Culicidae) de la Comunidad de Madrid. Tesis doctoral. Departamento de Zoología y Antropología Física. Facultad de Ciencias Biológicas: Universidad Complutense de Madrid (Madrid-España), 219pp.
- Melero Alcívar, R., Lucientes, J., Molina, R., Roiz, D. 2005.** Revisión de *Uranotaenia (Pseudoficalbia) unguiculata* Edwards, 1913 en la Península Ibérica (Diptera: Culicidae). *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa.* 36: 347-348.
- Miller, L.H., Baruch, D.I., Marsh, K., Doumbo, O.K. 2002.** The pathogenic basis of malaria. *Nature.* 415(6872): 673-679.
- Mitchell, C.J. 1995.** Geographic Spread of *Aedes albopictus* and Potential for Involvement in Arbovirus Cycles in the Mediterranean Basin. *Journal of Vector Ecology.* 20 (1): 44-58.
- Molaei, G., Farajollahi, A., Scott, J.J., Gaugler, R., Andreadis, T.G. 2009.** Human bloodfeeding by the recently introduced mosquito, *Aedes japonicus japonicus*, and Public Health implications. *J Am Mosq Control Assoc.* 25: 210-214.
- MopH (Ministry of Public Health). Islamic Republic of Afghanistan, 2008.** *National Malaria Strategic Plan 2008-2013.* 60 pp.
- Morchón, R., Bargues, M.D., Latorre, J.M., Melero-Alcívar, R., Pou-Barreto, C., Mas-Coma, S., Simón, F. 2007.** Haplotype H1 of *Culex pipiens* implicated as natural vector of *Dirofilaria immitis* in an endemic area of Western Spain. *Vector Borne Zoonotic Dis.* 7(4): 653-658.

- Moreno, M., Cano, J., Nzambo, S., Bobuakasi, L., Buatiche, J.N., Ondo, M., Micha, F., Benito, A. 2004.** Malaria Panel Assay versus PCR: detection of naturally infected *Anopheles melas* in a coastal village of Equatorial Guinea. *Malar J.* 3:20.
- Morse, S.S. 1995.** Factors in the Emergence of Infectious Diseases. *Emerg Infect Dis.* 1(1): 7-15.
- Moshkovsky, S., Rashina, M. 1951.** Epidémiologie et parasitologie médicale à l'usage des entomologistes. (Moscow). 241 pp.
- Mourya, D.T., Ilkal, M.A., Mishra, A.C., Jacob, P.G., Pant, U., Ramanujam, S., Mavale, M.S., Bhat, H.R., Dhanda, V. 1989.** Isolation of Japanese encephalitis virus from mosquitoes collected in Karnataka state, India from 1985 to 1987. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 83(4): 550-552.
- MRRD (Ministry of Rural Rehabilitation and Development) Islamic Republic of Afghanistan. 2006a.** Regional Rural Economic Regeneration Assessment and Strategies (RRERS) Study. Provincial Profiles. Herat Province.
- MRRD (Ministry of Rural Rehabilitation and Development) Islamic Republic of Afghanistan. 2006b.** Regional Rural Economic Regeneration Assessment and Strategies (RRERS) Study. Provincial Profiles. Badghis Province.
- MSMR (Medical Surveillance Monthly Report). 2011.** Update: Malaria, U.S. Armed Forces. 18(1): 2-6.
- MSMR (Medical Surveillance Monthly Report). 2012.** Update: Malaria, U.S. Armed Forces. 19(1): 2-6.
- MSMR (Medical Surveillance Monthly Report). 2013.** Update: Malaria, U.S. Armed Forces. 20(1): 2-5.
- Muñoz, J., Eritja, R., Alcaide, M., Montalvo, T., Soriguer, R.C., Figuerola, J. 2011.** Host-feeding patterns of native *Culex pipiens* and invasive *Aedes albopictus* mosquitoes (Diptera: Culicidae) in urban zones from Barcelona, Spain. *J Med Entomol.* 48(4): 956-960.
- Nevin, R.L., Pietrusiak, P.P., Caci, J.B. 2008.** Prevalence of contraindications to mefloquine use among USA military personnel deployed to Afghanistan. *Malar J.* 7: 30.



- Nicholson, L.W., Sonenshine, D.E., Lane, R.S., Uilemberg, G. 2009.** Ticks (Ixodida). En *Medical and Veterinary Entomology*, second edition. Edited by G.R. Mullen & L.A. Durden. Academic Press: 493-542.
- Nuttall, P.A. 2001.** Crimean-Congo haemorrhagic fever. En *The Encyclopedia of Arthropod-transmitted Infections*. Edited by M.W. Service: 126-132.
- OACI (Organización de Aviación Civil Internacional). 2012.** Informe Anual del Consejo. Disponible en URL:  
[http://www.icao.int/publications/Documents/10001\\_es.pdf](http://www.icao.int/publications/Documents/10001_es.pdf) [consulta: 06-01-14]
- Onori, E., Nushin, M.K., Cullen, J.E., Yakubi, G.H., Mohammed, K., Christal, F.A. 1975.** An epidemiological assessment of the residual effect of DDT on *Anopheles hyrcanus* sensu lato and *A. pulcherrimus* (Theobold) in the North eastern region of Afghanistan. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 69(2): 236-242.
- Oo, T.T., Storch, V., Becker, N. 2004.** Review of the anopheline mosquitoes of Myanmar. *J Vector Ecol.* 29(1): 21-40.
- Pages, F., Faulde, M., Orlandi-Pradines, E., Parola, P. 2010.** The past and present threat of vector-borne diseases in deployed troops. *Clin Microbiol Infect.* 16: 209-224.
- Parola, P., Paddock, C.D., Raoult, D. 2005.** Tick-Borne Rickettsioses around the World: Emerging Diseases Challenging Old Concepts. *Clin Microbiol Rev.* 18(4): 719-756.
- Parola, P., Raoult, D. 2006.** Tropical rickettsioses. *Clin Dermatol.* 24(3): 191-200.
- Paupy, C., Delatte, H., Bagny, L., Corbel, V., Fontenille, D. 2009.** *Aedes albopictus*, an arbovirus vector: from the darkness to the light. *Microbes Infect.* 11: 1177-1185.
- Pérez Rico, A., Lacasa Navarro, J., Rubio Muñoz, J.M., Ruiz Contreras, S., Vega Pla, J.L. 2013.** Protocolo de extracción de ADN en lotes de 10 mosquitos para la identificación de *Plasmodium* sp. mediante qPCR. *Sanid. Mil.* 69(2): 77-81.
- Pérez Romero, A., Presa Díaz, M.J., Lacasa Navarro, J. 2009.** Guía para la vigilancia entomológica de uso en las Fuerzas Armadas. Anofelinos. Escuela Militar de Sanidad. 79 pp.
- Petersen, L.R., Sawyer, L.A., Fishbein, D.B., Kelley, P.W., Thomas, R.J., Magnarelli, L.A., Redus, M., Dawson, J.E. 1989.** An Outbreak of Ehrlichiosis

in Members of an Army Reserve Unit Exposed to Ticks. *J Infect Dis.* 159 (3): 562-568.

**Pippin, W.F., Thomson, S., Wilson, R. 1968.** The interception of living larvae of *Aedes aegypti* and *Culex cinerellus* in aircraft. *Mosquito News.* 28(4): 246.

**Pluskota, B., Storch, V., Braunbeck, T., Beck, M., Becker, N. 2008.** First record of *Stegomyia albopicta* (Skuse) (Diptera: Culicidae) in Germany. *Eur. Mosq. Bull.* 26: 1-5.

**Pomares-Estran, C., Delaunay, P., Mottard, A., Cua, E., Roger, PM., Pradines, B., Parzy, D., Bogreau, H., Rogier, C., Jeannin, C., Karch, S., Fontenille, D., Dejour-Salamanca, D., Legros, F., Marty, P. 2009.** Atypical aetiology of a conjugal fever: autochthonous airport malaria between Paris and French Riviera: a case report. *Malaria Journal.* 8: 202.

**Ponnudurai, T., Billingsley, P.F., Rudin, W. 1988.** Differential infectivity of *Plasmodium* for mosquitoes. *Parasitol Today.* 4(11): 319-321.

**Ponçon, N., Toty, C., L'Ambert, G., Le Goff, G., Brengues, C., Schaffner, F., Fontenille, D. 2007a.** Biology and dynamics of potential malaria vectors in Southern France. *Malar J.* 6:18.

**Ponçon, N., Balenghien, T., Toty, C., Baptiste Ferré, J., Thomas, C., Dervieux, A., L'ambert, G., Schaffner, F., Bardin, O., Fontenille, D. 2007b.** Effects of local anthropogenic changes on potential malaria vector *Anopheles hyrcanus* and West Nile virus vector *Culex modestus*, Camargue, France. *Emerg Infect Dis.* 13(12): 1810-1815.

**ProMED mail. 2012.** Leishmaniasis – UK ex. Afghanistan: Military. British troops returning from Afghanistan with cutaneous Leishmaniasis. Archive Number 20120108.0053. 08-JAN-2012.

**Rab, M.A., Freeman, T.W., Durrani, N., de Poerck, D., Rowland, M.W. 2001.** Resistance of *Plasmodium falciparum* malaria to chloroquine is widespread in eastern Afghanistan. *Ann Trop Med Parasitol.* 95(1): 41-46.

**Rabinowitz, I., Nasser, E., Nassar, F., Varke, J. 2004.** Airport malaria infection in a passanger returning from Germany. *Isr Med Assoc J.* 6(3): 178-179.

Reglamento Sanitario Internacional. 2005.

**Rajahram, G.S., Barber, B.E., Yeo, T.W., Tan, W.W., William, T. 2013.** Case Report: Fatal *Plasmodium Knowlesi* Malaria Following an Atypical Clinical Presentation and Delayed Diagnosis. *Med J Malaysia.* 68(1): 71-72.

- Ramsdale, C., Snow, K. 2000.** Distribution of the genus *Anopheles* in Europe. *Eur. Mosq. Bull.* 7: 1-26.
- Ramsdale, C.D., Coluzzi, M. 1975.** Studies on the infectivity of tropical African strains of *Plasmodium falciparum* to some southern European vectors of malaria. *Parassitologia.* 17: 39-48.
- Ramsdale, C.D. 2001.** Internal taxonomy of the Hyrcanus Group of *Anopheles* (Diptera: Culicidae) and its bearing on the incrimination of vectors of malaria in the west of the Palaearctic Region. *Eur. Mosq. Bull.* 10: 1-8.
- Rao, T.R. 1951.** Malaria control using indoor residual sprays in the eastern province of Afghanistan. *Bull World Health Organ.* 3: 639–661.
- Reid, J.A. 1953.** The *Anopheles hyrcanus* group in Southeast Asia. *Bulletin of Entomological Research.* 44: 5-76.
- Reisen, W.K. 2009.** Epidemiology of Vector-Borne Diseases. En Medical and Veterinary Entomology, second edition. Edited by G.R. Mullen & L.A. Durden. Academic Press: 19-33.
- Reiter, P., Sprenger, D. 1987.** The used tire trade: a mechanism for the worldwide dispersal of container breeding mosquitoes. *J Am Mosq Control Assoc.* 3(3): 494-501.
- Reiter, P. 2010.** Yellow fever and Dengue: a threat to Europe? *Euro Surveill.* 15(10): pii=19509. Disponible en URL: <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=19509>. [consulta: 13-08-12].
- Rezza, G., Nicoletti, L., Angelini, R., Romi, R., Finarelli, A.C., Panning, M., Cordioli, P., Fortuna, C., Boros, S., Magurano, F., Silvi, G., Angelini, P., Dottori, M., Ciufolini, M.G., Majori, G.C., Cassone, A. 2007.** Infection with CHIKV in Italy: an outbreak in a temperate region. *Lancet.* 370: 1840–1846.
- Rico-Avelló, C. 1953.** Fiebre amarilla en España (Epidemiología histórica). *Revista de Sanidad e Higiene Pública.* 27: 29-87.
- Rivas-Martínez, S. 1987.** Memoria del mapa de series de vegetación de España. ICONA- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 268 pp.
- Rivas-Martínez, S. 2009.** Global Bioclimatics (Clasificación Bioclimática de la Tierra). Sistema de Clasificación Bioclimática Mundial. Centro de Investigaciones Fitosociológicas. Facultad de Farmacia. Universidad

Complutense. Disponible en URL: <http://www.globalbioclimatics.org/> [consulta: 08-01-14].

**Roiz, D., Eritja, R., Melero-Alcíbar, R., Molina, R., Marqués, R., Ruiz, S., Escosa, C., Aranda, C., Lucientes, J. 2007.** Distribución de *Aedes* (Stegomyia) *Albopictus* (Skuse, 1894) (Diptera, Culicidae) en España. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*. 40: 523-526.

**Rooney, T.B., McGue, T.E., Delahanty, K.C. 2001.** A Naval Academy midshipman with ehrlichiosis after summer field exercises in Quantico, Virginia. *Mil Med*. 166(2): 191-193.

**Rosenberg, R. 1985.** Inability of *Plasmodium knowlesi* sporozoites to invade *Anopheles freeborni* salivary glands. *Am J Trop Med Hyg*. 34(4): 687-691.

**Rowland, M., Bouma, M., Ducornez, D., Durrani, N., Rozendaal, J., Schapira, A., Sondorp, E. 1996.** Pyrethroid-impregnated bed nets for personal protection against malaria for Afghan refugees. *Trans R Soc Trop Med Hyg*. 90(4): 357-361.

**Rowland, M., Durrani, N., Hewitt, S., Mohammed, N., Bouma, M., Carneiro, I., Rozendaal, J., Schapira, A. 1999.** Permethrin-treated chaddars and top-sheets: appropriate technology for protection against malaria in Afghanistan and other complex emergencies. *Trans R Soc Trop Med Hyg*. 93(5): 465-472.

**Rowland, M., Freeman, T., Downey, G., Hadi, A., Saeed, M. 2004.** DEET mosquito repellent sold through social marketing provides personal protection against malaria in an area of all-night mosquito biting and partial coverage of insecticide-treated nets: a case-control study of effectiveness. *Trop Med Int Health*. 9(3): 343-350.

**Rowland, M., Mohammed, N., Rehman, H., Hewitt, S., Mendis, C., Ahmad, M., Kamal, M., Wirtz, R. 2002.** Anopheline vectors and malaria transmission in eastern Afghanistan. *Trans R Soc Trop Med Hyg*. 96(6): 620-626.

**Rueda, L.M., Pecor, J.E., Lowen, R.G., Carder, M. 2008.** New record and updated checklists of the mosquitoes of Afghanistan and Iraq. *J Vector Ecol*. 33(2): 397-402.

**Russell, R.C. 1987.** Survival of insects in the wheel bays of a Boeing 747B aircraft on flights between tropical and temperate airports. *Bulletin of the World Health Organization*. 65(5): 659-662.

- Ryan, J.R., Dav, K., Emmerich, E., Garcia, L., Yi, L., Coleman, R.E., Sattabongkot, J., Dunton, R.F., Chan, A.S., Wirtz, R.A. 2001.** Dipsticks for rapid detection of plasmodium in vectoring anopheles mosquitoes. *Med Vet Entomol.* 15(2): 225-230.
- Ryan, J.R., Davé, K., Collins, K.M., Hochberg, L., Sattabongkot, J., Coleman, R.E., Dunton, R.F., Bangs, M.J., Mbogo, C.M., Cooper, R.D., Schoeler, G.B., Rubio-Palis, Y., Magris, M., Romer, L.I., Padilla, N., Quakyi, I.A., Bigoga, J., Leke, R.G., Akinpelu, O., Evans, B., Walsey, M., Patterson, P., Wirtz, R.A., Chan, A.S. 2002.** Extensive multiple test centre evaluation of the VecTest malaria antigen panel assay. *Med Vet Entomol.* 16(3): 321-327.
- Sabatini, A., Raineri, V., Trovato, G., Coluzzi, M. 1990.** *Aedes albopictus* in Italy and possible diffusion of the species into the Mediterranean area. *Parassitologia.* 32(3): 301-304.
- Safi, N., Leslie, T., Rowland, M. 2009a.** Progress and Challenges to Malaria Control in Afghanistan. *Afghanistan Annual Malaria Journal.* National Malaria and Leishmaniasis Control Programme. Islamic Republic of Afghanistan. Ministry of Public Health. p. 15-29.
- Safi, N., Hameed, H., Sediqi, W., Himmat, E. 2009b.** NMLCP Annual Report, 2008. *Afghanistan Annual Malaria Journal.* National Malaria and Leishmaniasis Control Programme. Islamic Republic of Afghanistan. Ministry of Public Health. p. 8-14.
- Samanidou-Voyadjoglou, A., Patsoula, E., Spanakos, G., Vakalis, N.C. 2005.** Confirmation of *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae) in Greece. *Eur. Mosq. Bull.* 19: 10-12.
- Sanchez, J.L., Candler, W.H., Fishbein, D.B., Greene, C.R., Coté, T.R., Kelly, D.J., Driggers, D.P., Johnson, B.J. 1992.** A cluster of tick-borne infections: association with military training and asymptomatic infections due to *Rickettsia rickettsii*. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 86(3): 321-325.
- Santa-Olalla Peralta, P., Vazquez-Torres, M.C., Latorre-Fandos, E., Mairal-Claver, P., Cortina-Solano, P., Puy-Azón, A., Adiego Sancho, B., Leitmeyer, K., Lucientes-Curdi, J., Sierra-Moros, M.J. 2010.** First autochthonous malaria case due to *Plasmodium vivax* since eradication, Spain, October 2010. *Euro Surveill.* Oct 14; 15(41): 19684.

- Sattabongkot, J., Kiattibut, C., Kumpitak, C., Ponlawat, A., Ryan, J.R., Chan, A.S., Davé, K., Wirtz, R.A., Coleman, R.E. 2004.** Evaluation of the VecTest Malaria Antigen Panel assay for the detection of *Plasmodium falciparum* and *P. vivax* circumsporozoite protein in anopheline mosquitoes in Thailand. *J Med Entomol.* 41(2): 209-214.
- Schaffner, F., Medlock, J.M., Van Bortel, W. 2013.** Public health significance of invasive mosquitoes in Europe. *Clin Microbiol Infect.* 19(8):685-92. doi: 10.1111/1469-0691.12189.
- Schaffner, F., Karch, S. 2000.** First report of *Aedes albopictus* (Skuse, 1984) in metropolitan France. *Comptes rendus de l'Académie des sciences. Série III, Sciences de la vie III*, 323: 373-375.
- Schaffner, F., Van Bortel, W., Coosemans, M. 2004.** First record of *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* in Belgium. *Journal of the American Mosquito Control Association.* 20: 201-203.
- Schaffner, F., Kaufmann, C., Hegglin, D., Mathis, A. 2009.** The invasive mosquito *Aedes japonicus* in Central Europe. *Med Vet Entomol.* 23: 448–451.
- Schaffner, F., Vazeille, M., Kaufmann, C., Failloux, A.B., Mathis, A. 2011.** Vector competence of *Aedes japonicus* for chikungunya and Dengue viruses. *European Mosquito Bulletin.* 29: 141-142.
- Schaffner, F., Angel, G., Geoffroy, B., Hervy, J.P., Rhaim, A., Brunhes, J. 2001.** The Mosquitoes of Europe / Les moustiques d'Europe [CD-ROM]. Montpellier, France: IRD Éditions and EID Méditerranée.
- Schmutzhard, E., Stanek, G., Pletschette, M., Hirschl, A. M., Pallua, A., Schmitzberger, R., Schlögl, R. 1988.** Infections Following Tick bites. Tick-borne Encephalitis and Lyme Borreliosis. A Prospective Epidemiological Study from Tyrol. *Infection.* 16(5): 269-272.
- Schneider, K. 2011.** Breeding of *Ochlerotatus japonicus japonicus* (Diptera: Culicidae) 80 km north of its known range in southern Germany. *European Mosquito Bulletin.* 29: 129- 132.
- Scholte, E.J., Jacobs, B., Linton, Y-M., Dijkstra, E., Fransen, J., Takken, W. 2007.** First Record of *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* in the Netherlands. *European Mosquito Bulletin*, 22: 5-9.
- Scholte, E.J., Dik, M., Ibañez Justicia, A., Den Hartog, W., Schoelitsz, B., Brooks, M., Braks, M., Steeghs, M. 2012.** Findings and control of two invasive

exotic mosquito species, *Aedes albopictus* and *Ae.atropalpus* (Diptera: Culicidae) in the Netherlands, 2011. *European Mosquito Bulletin* 30: 1-14.

**Scholte, E.J., Hartog, W.D., Braks, M., Reusken, C., Dik, M., Hessels, A. 2009.** First report of a North American invasive mosquito species *Ochlerotatus atropalpus* in the Netherlands. *Euro Surveill.* 14(45). Disponible en URL: <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=19400>. [consulta: 03-08-12].

**Scholte, E.J., Den Hartog, W., Dik, M., Schoelitsz, B., Brooks, M., Schaffner, F., Foussadier, R., Braks, M., Beeuwkes, J. 2010a.** Introduction and control of three invasive mosquitospecies in the Netherlands, July-October 2010. *Euro Surveill.* 15(45). Disponible en URL: <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=19710>. [consulta: 03-08-12].

**Scholte, E.J., Braks, M., Schaffner, F. 2010b.** Aircraft-mediated transport of *Culex quinquefasciatus*. A case report. *European Mosquito Bulletin.* 28: 208-212.

**Sebesta, O., Rettich, F., Minár, J., Halouzka, J., Hubálek, Z., Juricová, Z., Rudolf, I., Sikutová, S., Gelbic, I., Reiter, P. 2009.** Presence of the mosquito *Anopheles hyrcanus* in South Moravia, Czech Republic. *Med Vet Entomol.* 23(3): 284-286.

**Seidel, B., Silbermayr, K., Kolodziejek, J., Indra, A., Nowotny, N., Allerberger, F. 2013a.** Detection of *Plasmodium* sp.-infested *Anopheles hyrcanus* (Pallas 1771) (Diptera: Culicidae) in Austria, 2012. *Wien Klin Wochenschr.* 125(5-6): 139-143.

**Seidel, B., Nowotny, N., Duh, D., Indra, A., Hufnagl, P., Allerberger, F. 2013b.** First records of the thermophilic mosquito *Culiseta longiareolata* (Macquart, 1838) in Austria, 2012, and in Slovenia, 2013. *European Mosquito Bulletin.* 31: 17-20.

**Sergieiev, V.P., Baranova, A.M., Orlov, V.S., Mihajlov, L.G., Kouznetsov, R.L., Neujmin, N.I., Arsenieva, L.P., Shahova, M.A., Glagoleva, L.A., Osipova, M.M. 1993.** Importation of malaria into the USSR from Afghanistan, 1981-89. *Bull. Wld. Hlth. Org.* 71 (3/4): 385-388.

**Service, M. 2008.** Medical Entomology for Students. Cambridge University Press. 289 pp.

- Shaaan, E.A. 2012.** Predation Capacity of *Culiseta longiareolata* Mosquito Larvae against Some Mosquitoes Species Larvae. *J Entomol.* 9(3): 183-186.
- Shah, I., Rowland, M., Mehmood, P., Mujahid, C., Razique, F., Hewitt, S., Durrani, N. 1997.** Chloroquine resistance in Pakistan and the upsurge of falciparum malaria in Pakistani and Afghan refugee populations. *Ann Trop Med Parasitol.* 91(6): 591-602.
- Shaha, D.P., Pacha, L.A., Garges, E.C., Scoville, S.L., Mancuso, J.D. 2013.** Confirmed Malaria Cases among Component U.S. Army Personnel, January-September 2012. *MSMR.* 20(1): 6-9.
- Shanks, D., Karwacki, J.J. 1991.** Malaria as a military factor in Southeast Asia. *Mil Med.* 156(12): 684-686.
- Shanks, G.D., Gordon, D.M., Klotz, F.W., Aleman, G.M., Oloo, A.J., Sadie, D., Scott, T.R. 1998.** Efficacy and safety of atovaquone/proguanil as suppressive prophylaxis for *Plasmodium falciparum* malaria. *Clin Infect Dis.* 27(3): 494-499.
- Signorelli, C., Messineo, A. 1990.** Airport malaria. *Lancet.* 335: 164.
- Simons, R., Valk, P.J., Krul, A.J. 2005.** Malaria prophylaxis for aircrew: safety of atovaquone/proguanil in healthy volunteers under aircraft cabin pressure conditions. *J Travel Med.* 12(4): 210-216.
- Simsek, F.M., 2004.** Seasonal Larval and Adult Population Dynamics and Breeding Habitat Diversity of *Culex theileri* Theobald, 1903 (Diptera: Culicidae) in the Gölbaci District, Ankara, Turkey. *Turk J Zool.* 28: 337-344.
- Sinka, M.E., Bangs, M.J., Manguin, S., Rubio-Palis, Y., Chareonviriyaphap, T., Coetzee, M., Mbogo, C.M., Hemingway, J., Patil, A.P., Temperley, W.H., Gething, P.W., Kabaria, C.W., Burkot, T.R., Harbach, R.E., Hay, S.I. 2012.** A global map of dominant malaria vectors. *Parasit Vectors.* 5: 69.
- Smoak, B.L., McClain, J.B., Brundage, J.F., Broadhurst, L., Kelly, D.J., Dasch, G.A., Miller, R.N. 1996.** An outbreak of spotted fever rickettsiosis in U.S. Army troops deployed to Botswana. *Emerg Infect Dis.* 2(3): 217-221.
- Soleimani-Ahmadi, M., Vatandoost, H., Hanafi-Bojd, A.A., Zare, M., Safari, R., Mojahedi, A., Poorahmad-Garbandi, F. 2013.** Environmental characteristics of anopheline mosquito larval habitats in a malaria endemic area in Iran. *Asian Pac J Trop Med.* 6(7): 510-515.



- Somboon, P., Morakote, N., Koottathep, S., Trisanarom, U. 1993.** Detection of sporozoites of *Plasmodium vivax* and *Plasmodium falciparum* in mosquitoes by ELISA: false positivity associated with bovine and swine blood. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 87(3): 322-324.
- Song, M., Wang, B., Liu, J., Gratz, N. 2003.** Insect vectors and rodents arriving in China aboard international transport. *J Travel Med.* 10: 241-244.
- Sonmez, A., Harlak, A., Kilic, S., Polat, Z., Hayat, L., Keskin, O., Dogru, T., Yilmaz, M.I., Acikel, C.H., Kocar, I.H. 2005.** The efficacy and tolerability of doxycycline and mefloquine in malaria prophylaxis of the ISAF troops in Afghanistan. *J Infect.* 51(3): 253-258.
- Susi, B., Whitman, T., Blazes, D.L., Burgess, T.H., Martin, G.J., Freilich, D. 2005.** Rapid diagnostic test for *Plasmodium falciparum* in 32 Marines medically evacuated from Liberia with a febrile illness. *Ann Intern Med.* 15; 142(6): 476-477.
- Tassanakajon, A., Boonsaeng, V., Wilairat, P., Panyim, S. 1993.** Polymerase chain reaction detection of *Plasmodium falciparum* in mosquitoes. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 87(3): 273-275.
- Tatem, A.J., Rogers, D.J., Hay, S.I. 2006.** Global transport networks and infectious disease spread. *Adv Parasitol.* 62: 293-343.
- Tatem, A.J., Huang, Z., DAS, A., Qi, Q., Roth, J., Qiu, Y. 2012.** Air travel and vector-borne disease movement. *Parasitology.* 139(14): 1816-30.
- Tiawsirisup, S., Kinley, J.R., Tucker, B.J., Evans, R.B., Rowley, W.A., Platt, K.B. 2008.** Vector competence of *Aedes vexans* (Diptera: Culicidae) for West Nile virus and potential as an enzootic vector. *J Med Entomol.* 45(3): 452-457.
- Torres Cañamares, F. 1979.** Breve relación crítica de los mosquitos españoles. *Revista de Sanidad e Higiene Pública.* 53: 985-1002.
- Torres Cañamares, F. 1945.** Contribución al conocimiento de *Anopheles claviger* Mg. De España (Dip. Cul.). *EOS.* 20: 233-245.
- Traavik, T., Mehl, R., Wiger, R. 1985.** Mosquito-borne arboviruses in Norway: further isolations and detection of antibodies to California encephalitis viruses in human, sheep and wildlife sera. *J. Hyg. Camb.* 94: 111-122.
- Tuck, J.J., Green, A.D., Roberts, K.I. 2003.** A malaria outbreak following a British military deployment to Sierra Leone. *J Infect.* 47(3): 225-30.

- Turell, M.J., O'Guinn, M.L., Dohm, D.J., Jones, J.W. 2001.** Vector competence of North American mosquitoes (Diptera: Culicidae) for West Nile virus. *J Med Entomol.* 38(2): 130-134.
- UN (United Nations). 2012.** World Urbanization Prospects, the 2011 Revision. United Nations, Department of Economic and Social Affairs. Population Division, Population Estimates and Projections Section. Disponible en URL: <http://esa.un.org/unpd/wup/index.htm> [consulta: 24-01-13].
- Underwood, P.K., Armour, V.M. 1993.** Cases of Lyme disease reported in a military community. *Mil Med.* 158(2): 116-119.
- UNEP (United Nations Environment Programme). 2008.** Biodiversity Profile of Afghanistan. Disponible en URL: <http://www.unep.org/> [consulta: 27-01-2013].
- Upham, P., Thomas, C., Gillingwater, D., Raper, D. 2003.** Environmental capacity and airport operations: current issues and future prospects. *J. Air Transport Manage.* 9: 145-151.
- Van Der Weijden, W.J., Marcelis, R.A.L., Reinhold, W. 2007.** Invasions of vector-borne diseases driven by transportation and climate change. En Takken, W., Knols, B.G.J., editors. *Emerging Pests and Vector-borne Diseases in Europe*. Wageningen, the Netherlands: Wageningen Academic Publishers. p. 439-463.
- Van Thiel, P.P., Leenstra, T., de Vries H.J., van der Sluis, A., van Gool, T., Krull A.C., van Vugt, M., de Vries P.J., Zeegelaar J.E., Bart, A., van der Meide, W.F., Schallig, H.D.F.H., Faber W.R., Piet A. Kager, P.A. 2010.** Cutaneous Leishmaniasis (*Leishmania major* Infection) in Dutch Troops Deployed in Northern Afghanistan: Epidemiology, Clinical Aspects, and Treatment. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 83(6): 1295–1300.
- Vázquez González, A. 2010.** *Búsqueda de Flavivirus en mosquitos de humedales españoles. Análisis molecular del virus West Nile y otros Flavivirus.* Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid. 132 pp.
- Verret, C., Cabianca, B., Haus-Cheymol, R., Lafille, J.J., Loran-Haranqui, G., Spiegel, A. 2006.** Malaria Outbreak in Troops Returning from French Guiana. *Emerg Infect Dis.* 12(11): 1794–1795.

- Versteirt, V., Schaffner, F., Garros, C., Dekoninck, W., Coosemans, M., Van Bortel, W. 2009.** Introduction and establishment of the exotic mosquito species *Aedes japonicus japonicus* (Diptera: Culicidae) in Belgium. *J Med Entomol.* 46(6): 1464-1467.
- Votýpka, J., Seblová, V., Rádrová, J. 2008.** Spread of the West Nile virus vector *Culex modestus* and the potential malaria vector *Anopheles hyrcanus* in central Europe. *J Vector Ecol.* 33(2): 269-277.
- Wallace, M.R., Sharp, T.W., Smoak, B., Iriye, C., Rozmajzl, P., Thornton, S.A., Batchelor, R., Magill, A.J., Lobel, H.O., Longer, C.F., Burans, J.P. 1996.** Malaria among United States troops in Somalia. *Am J Med.* 100(1): 49-55.
- Ward, R.A., 1984.** A catalog of the mosquitoes of the world (Diptera: Culicidae). 2<sup>nd</sup> Supplement. *Mosquito Systematics.* 16: 227-270.
- Ward, R.A., 1992.** A catalog of the mosquitoes of the world (Diptera: Culicidae). 3<sup>rd</sup> Supplement. *Mosquito Systematics.* 24 (3): 177-230.
- Ward, R.A. 1972.** Mosquitoes of Afghanistan – An Annotated Checklist. *Mosquito Systematics.* 4(3): 93-97.
- Wegner, E. 2009.** A study of mosquito fauna (Diptera: Culicidae) and the phenology of the species recorded in Wilanów (Warsaw, Poland). *European Mosquito Bulletin.* 27: 23-32.
- Weina, P.J., Neafie, R.C., Wortmann, G., Polhemus, M., Aronson, N.E. 2004.** Old World Leishmaniasis: An Emerging Infection among Deployed US Military and Civilian Workers. *Clin Inf Dis.* 39: 1674–1680.
- Welker, R.D., Narby, G.M., Legare, E.J., Sweeney, D.M. 1993.** Lyme disease acquired in Europe and presenting in CONUS. *Mil Med.* 158(10): 684-685.
- Werner, D., Kronefeld, M., Schaffner, F., Kampen, H. 2012.** Two invasive mosquito species, *Aedes albopictus* and *Aedes japonicus japonicus*, trapped in south-west Germany, July to August 2011. *Euro Surveill.* 17(4): pii=20067. Disponible en: [www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=20067](http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=20067).
- White, G.B. 1985.** Airport malaria and jumbo vector control. *Parasitology Today.* 1: 177-179.
- Whitman, T.J., Coyne, P.E., Magill, A.J., Blazes, D.L., Green, M.D., Milhous, W.K., Burgess, T.H., Freilich, D., Tasker, S.A., Azar, R.G., Endy, T.P., Clagett, C.D., Deye, G.A., Shanks, G.D., Martin, G.J. 2010.** An outbreak of

*Plasmodium falciparum* malaria in U.S. Marines deployed to Liberia. *Am J Trop Med Hyg.* 83(2): 258-265.

**WHO (World Health Organization). 2014.** Global Malaria Programme. World Malaria Report: 2014. Disponible en URL:

[http://www.who.int/malaria/publications/world\\_malaria\\_report/en/](http://www.who.int/malaria/publications/world_malaria_report/en/) [consulta: 18/12/2014].

**WHO (World Health Organization). 2010.** Global Programme to eliminate Lymphatic Filariasis. Progress Report 2000-2009 and Strategic Plan 2010-2020.

**WHO (World Health Organization). 2012a.** Global Alert and Response (GAR). Disponible en URL:

[http://www.who.int/csr/don/archive/disease/dengue\\_fever/en/](http://www.who.int/csr/don/archive/disease/dengue_fever/en/) [consulta: 19-11-2014].

**WHO (World Health Organization). 2012b.** Global Alert and Response (GAR). Disponible en URL:

<http://www.who.int/csr/disease/yellowfev/impact1/en/index.html> [consulta: 19-11-2014].

**WHO (World Health Organization). 2008a.** Reglamento Sanitario Internacional (2005). Segunda edición.

**WHO (World Health Organization). 1985.** Recommendations on the disinsecting of aircraft. *Weekly Epidemiological Report.* 60(7): 45-47.

**WHO (World Health Organization). 1995.** Report of the informal consultation on aircraft disinsection. WHO/PCS/95.51. Disponible en URL: [http://whqlibdoc.who.int/hq/1995/WHO\\_PCS\\_95.51\\_Rev.pdf](http://whqlibdoc.who.int/hq/1995/WHO_PCS_95.51_Rev.pdf) [consulta: 13-09-2012].

**WHO (World Health Organization). 2013b.** Malaria Entomology and Vector Control. Guide for Participants. Disponible en URL:

<http://www.who.int/malaria/publications/atoz/9789241505819/en/index.html> [consulta: 02/01/2014].

**WHO (World Health Organization). 2012c.** Global Malaria Programme. World Malaria Report: 2012. Disponible en URL:

[http://www.who.int/malaria/publications/world\\_malaria\\_report\\_2012/en/](http://www.who.int/malaria/publications/world_malaria_report_2012/en/) [consulta: 02/01/2014].

**WHO (World Health Organization). 2013a.** Global Malaria Programme. World Malaria Report: 2013. Disponible en URL:

[http://www.who.int/malaria/publications/world\\_malaria\\_report\\_2013/report/en/](http://www.who.int/malaria/publications/world_malaria_report_2013/report/en/)  
[consulta: 16/05/2014].

**WHO (World Health Organization). 1997.** World malaria situation in 1994. *Wkly Epidemiol Rec.* 72, 277-284. Disponible en URL:

<http://www.who.int/docstore/wer/pdf/1997/wer7237.pdf> [consulta: 23-12-2012].

**WHO (World Health Organization). 2008b.** World Malaria Report: 2008.

Disponible en URL:

<http://www.who.int/malaria/publications/atoz/9789241563697/en/index.html>  
[consulta: 02/01/2014].

**WHO (World Health Organization). 2011.** Global Malaria Programme. World Malaria Report: 2011. Disponible en URL:

[http://www.who.int/malaria/world\\_malaria\\_report\\_2011/es/](http://www.who.int/malaria/world_malaria_report_2011/es/)  
[consulta: 02/01/2014].

**WHO (World Health Organization). 2009.** International Travel and Health. Disponible en URL: <http://www.who.int/ith/ITH2009Chapter7.pdf>. [consulta: 09-10-2013].

**WHO (World Health Organization). 2012d.** International Travel and Health. Disponible en URL: [http://www.who.int/ith/chapters/ith2012en\\_countrylist.pdf](http://www.who.int/ith/chapters/ith2012en_countrylist.pdf). [consulta: 09-10-2013].

**William, T., Menon, J., Rajahram, G., Chan, L., Ma, G., Donaldson, S., Khoo, S., Frederick, C., Jelip, J., Anstey, N.M., Yeo, T.W. 2011.** Severe *Plasmodium knowlesi* malaria in a tertiary care hospital, Sabah, Malaysia. *Emerg Infect Dis.* 17(7): 1248-55. doi: 10.3201/eid1707.101017.

**Wirtz, R.A., Burkot, T.R., Andre, R.G., Rosenberg, R., Collins, W.E., Roberts, D.R. 1985.** Identification of *Plasmodium vivax* sporozoites in mosquitoes using an enzyme-linked immunosorbent assay. *Am J Trop Med Hyg.* 34(6): 1048-1054.

**Wirtz, R.A., Duncan, J.F., Njelesani, E.K., Schneider, I., Brown, A.E., Oster, C.N., Were, J.B., Webster, H.K. 1989.** ELISA method for detecting *Plasmodium falciparum* circumsporozoite antibody. *Bull World Health Organ.* 67(5): 535-542.

**WMO (World Meteorological Organization). 1996.** Climatological Normals (CLINO) for the Period 1961-1990.

**Wymann, M.N., Flacio, E., Radczuweit, S., Patocchi, N., Lüthy, P. 2008.**

Asian tiger mosquito (*Aedes albopictus*) - a threat for Switzerland? *Euro Surveill.* 6; 13 (10). pii: 8058. Disponible en URL:

<http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=8058> [consulta: 10-8-12].

**Yildirim. A., Inci, A., Duzlu, O., Biskin, Z., Ica, A., Sahin, I. 2011.** *Aedes vexans* and *Culex pipiens* as the potential vectors of *Dirofilaria immitis* in Central Turkey. *Vet Parasitol.* 178 (1-2): 143-147.

**Youssef, R., Safi, N., Hemeed, H., Sediqi, W., Naser, J.A., Butt, W. 2009.** National malaria indicators assessment, 2008. *Afghanistan Annual Malaria Journal.* 37-49.

**Zahar, A.R. 1990.** Vector bionomics in the epidemiology and control of malaria. Part II, The WHO European Region and the WHO Eastern Mediterranean Region. World Health Organization, WHO/VBC/90.3.

**Zakeri, S., Safi, N., Afsharpad, M., Butt, W., Ghasemi, F., Mehrizi, A.A., Atta, H., Zamani, G., Djadid, N.D. 2010.** Genetic structure of *Plasmodium vivax* isolates from two malaria endemic areas in Afghanistan. *Acta Trop.* 113(1): 12-19.

**Zapor, M.J., Moran, K.A. 2005.** Infectious diseases during wartime. *Curr Opin Infect Dis.* 18: 395-399.

